

COMIMAC

Dispositif compact de production ions/électrons de basse énergie pour l'étalonnage de détecteurs gazeux et la mesure du Facteur de Quenching en Ionisation

O. Guillaudin, T. Lamy, JF. Muraz, D. Santos, P. Sortais

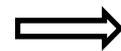
Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie

- **Introduction**
- **Description du dispositif COMIMAC**
- **Performances en électrons**
- **Performances en ions**
- **Dispositif livré à l'IRSN-LMDN** (*valorisation*)
- **Détecteur Sphère@Grenoble** (*Etalonnage et mesure du IQF*)
- **Conclusion**

- Projet MIMAC : MIcro-tpc MAtrix of Chambers (*micromegas pixellisée couplée avec une électronique rapide auto-déclenchée*)
- But du projet: Détection directionnelle de matière noire non baryonique.
- Mesure de l'énergie et de la direction de reculs nucléaires de quelques keV produits par collision élastique de WIMPs

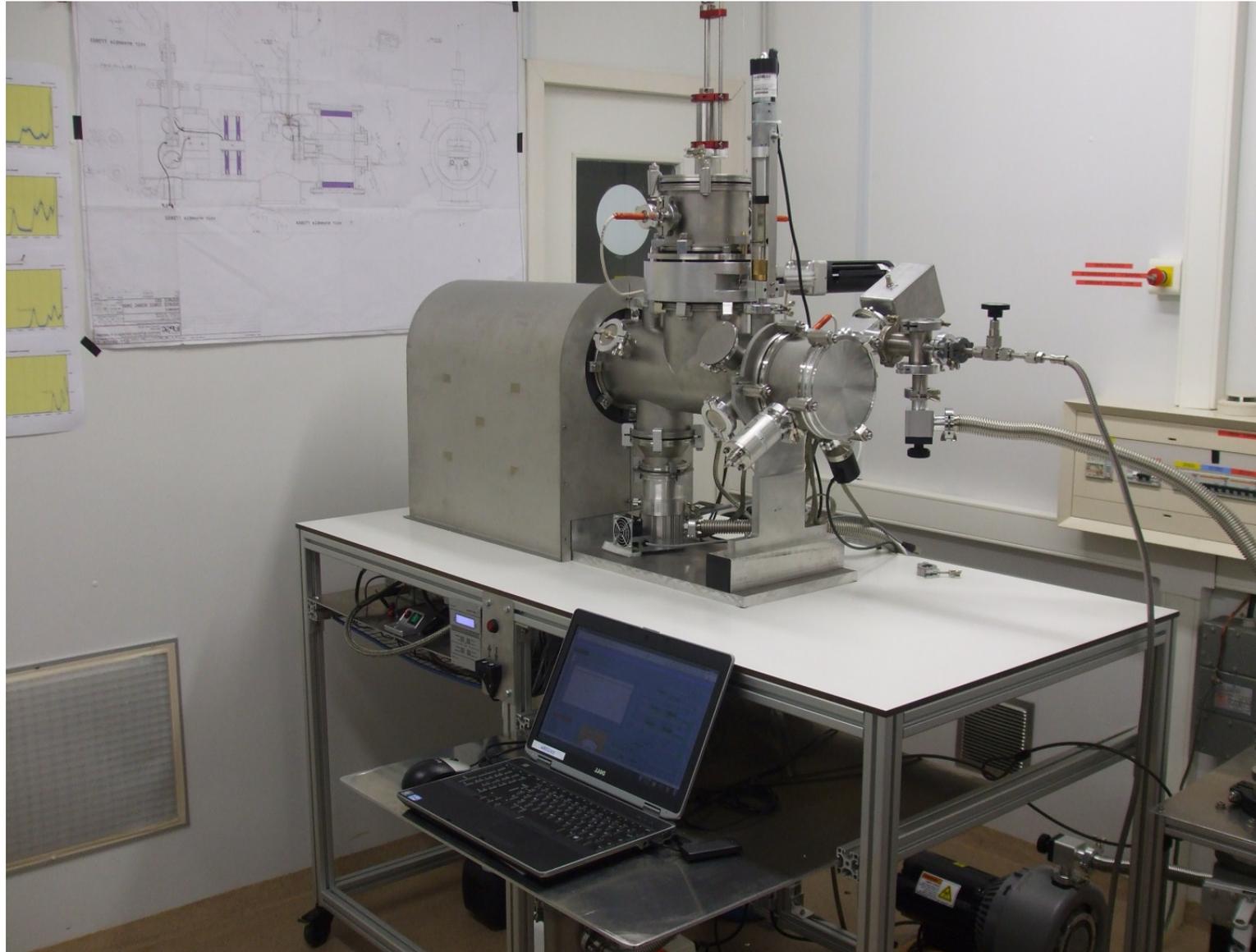
⇒ Seule une fraction de l'énergie de recul du noyau est déposée dans le canal d'ionisation
-> Quenching en ionisation

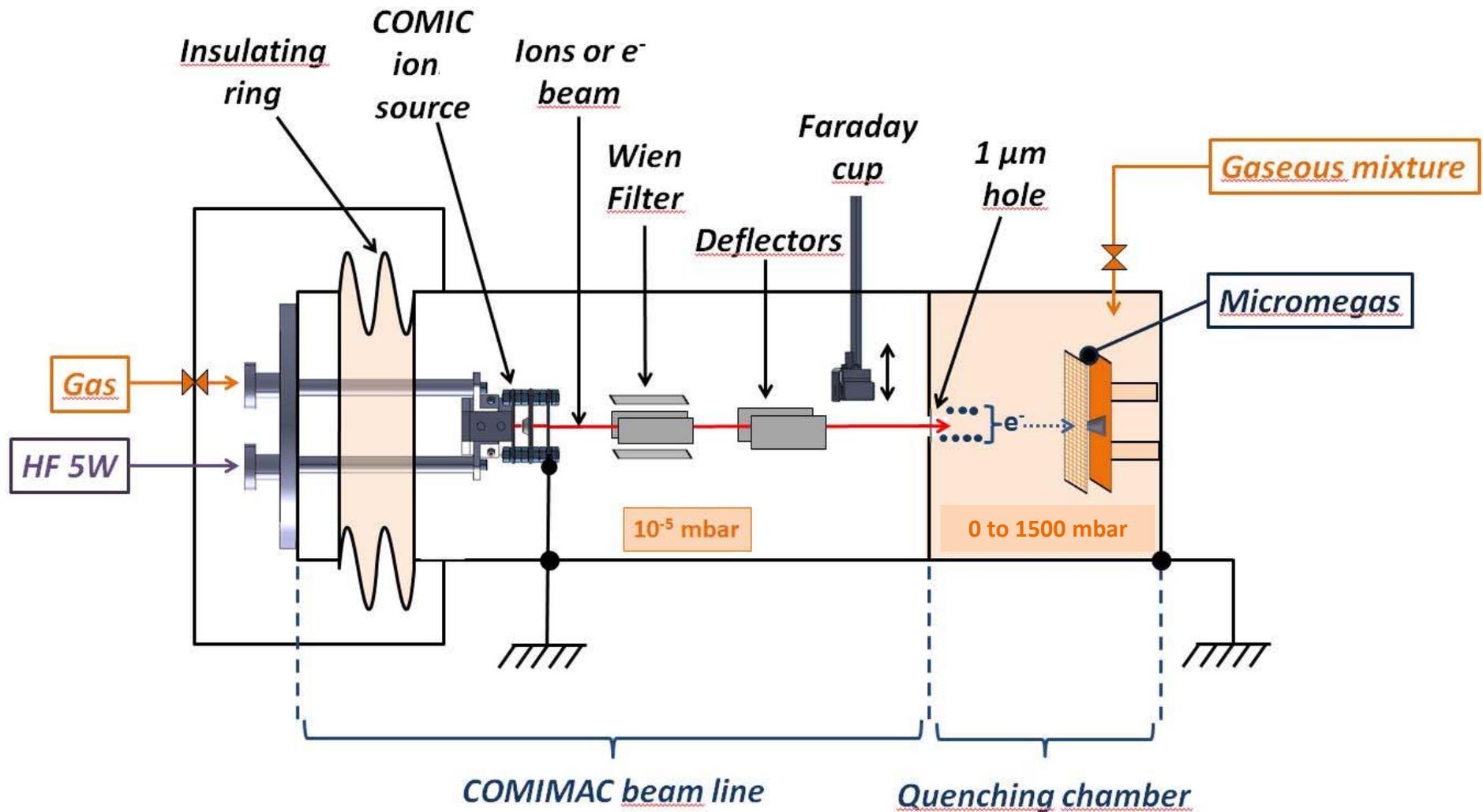
- Ionization Quenching Factor (IQF):
$$\frac{\text{Energie mesurée en ionisation}}{\text{Energie cinétique initiale}}$$
- Etalonnage : l'utilisation de sources radioactives est inefficace pour les gaz à basse pression à cause de leur transparence.



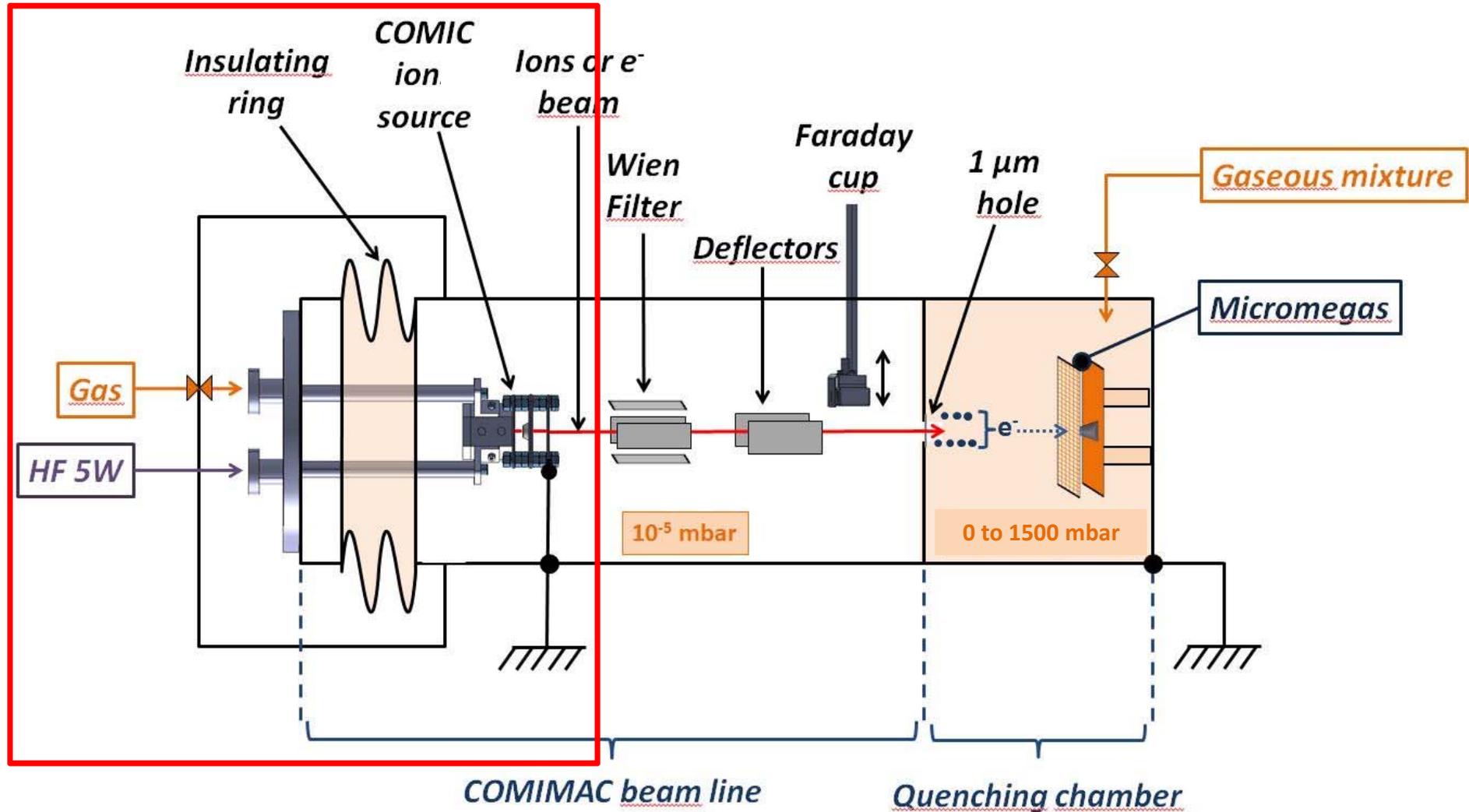
Besoin d'un dispositif capable de produire:

- des ions pour la mesure du IQF
- des électrons pour l'étalonnage
- "Transportable" & "Economique"

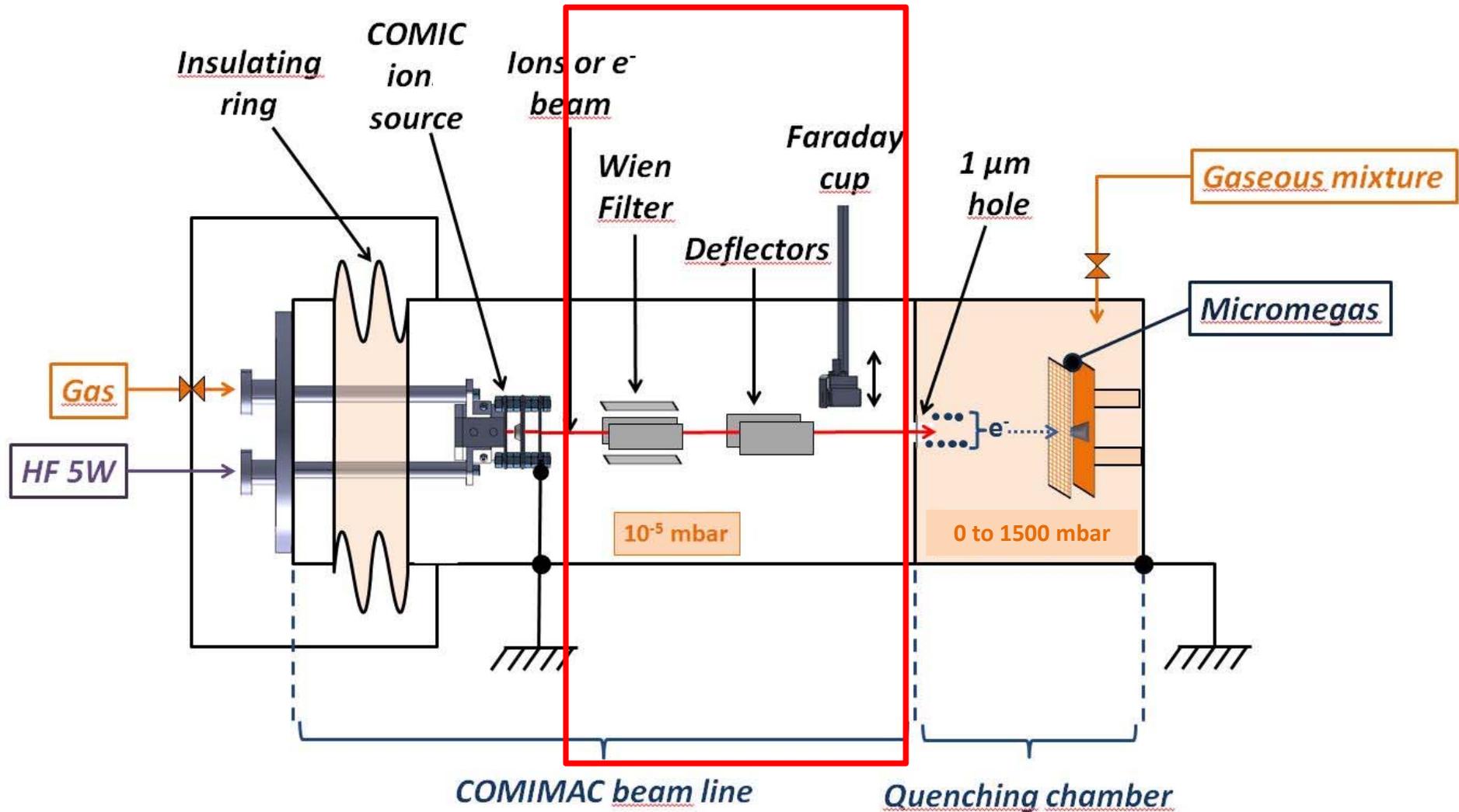


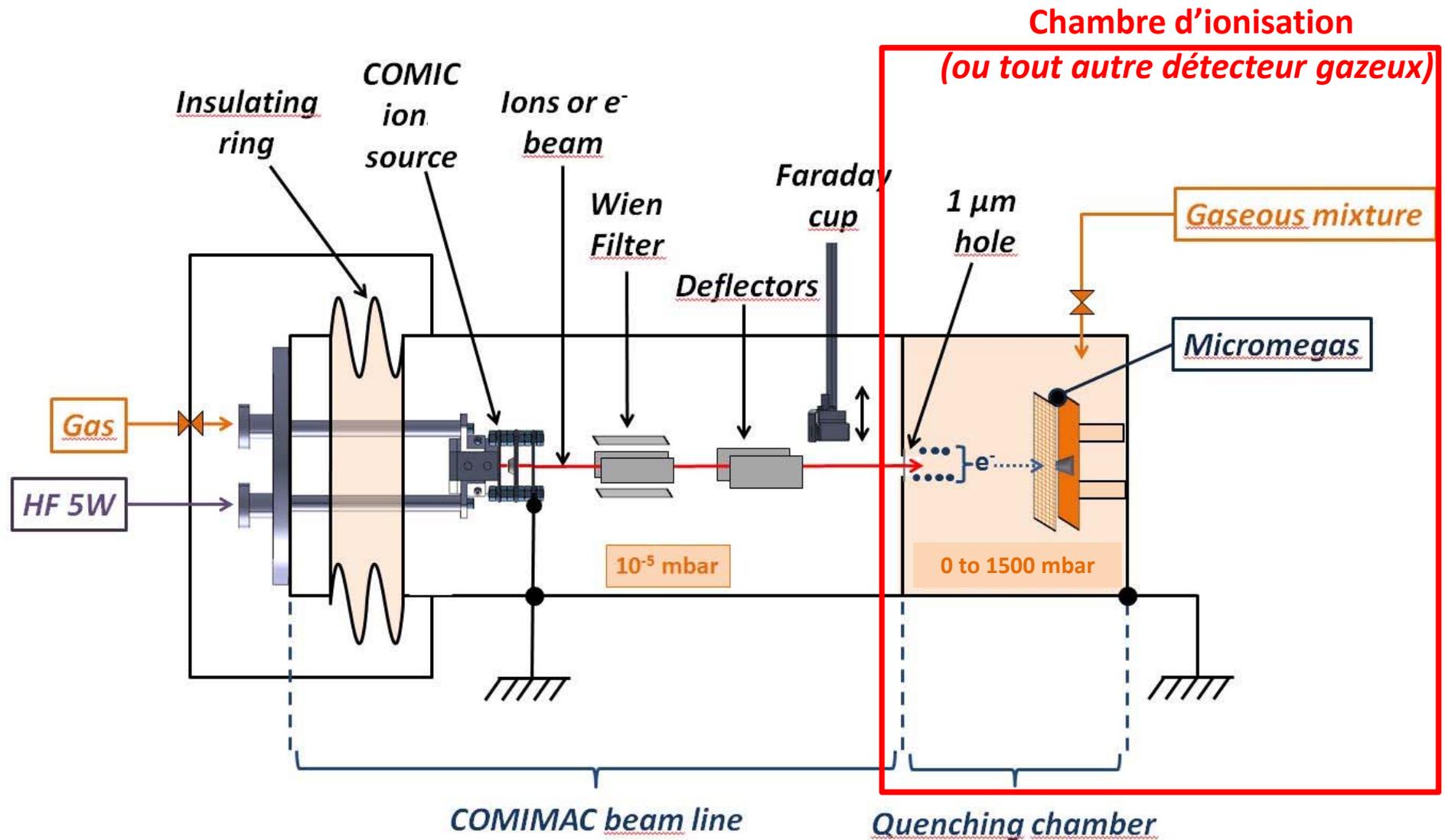


Source

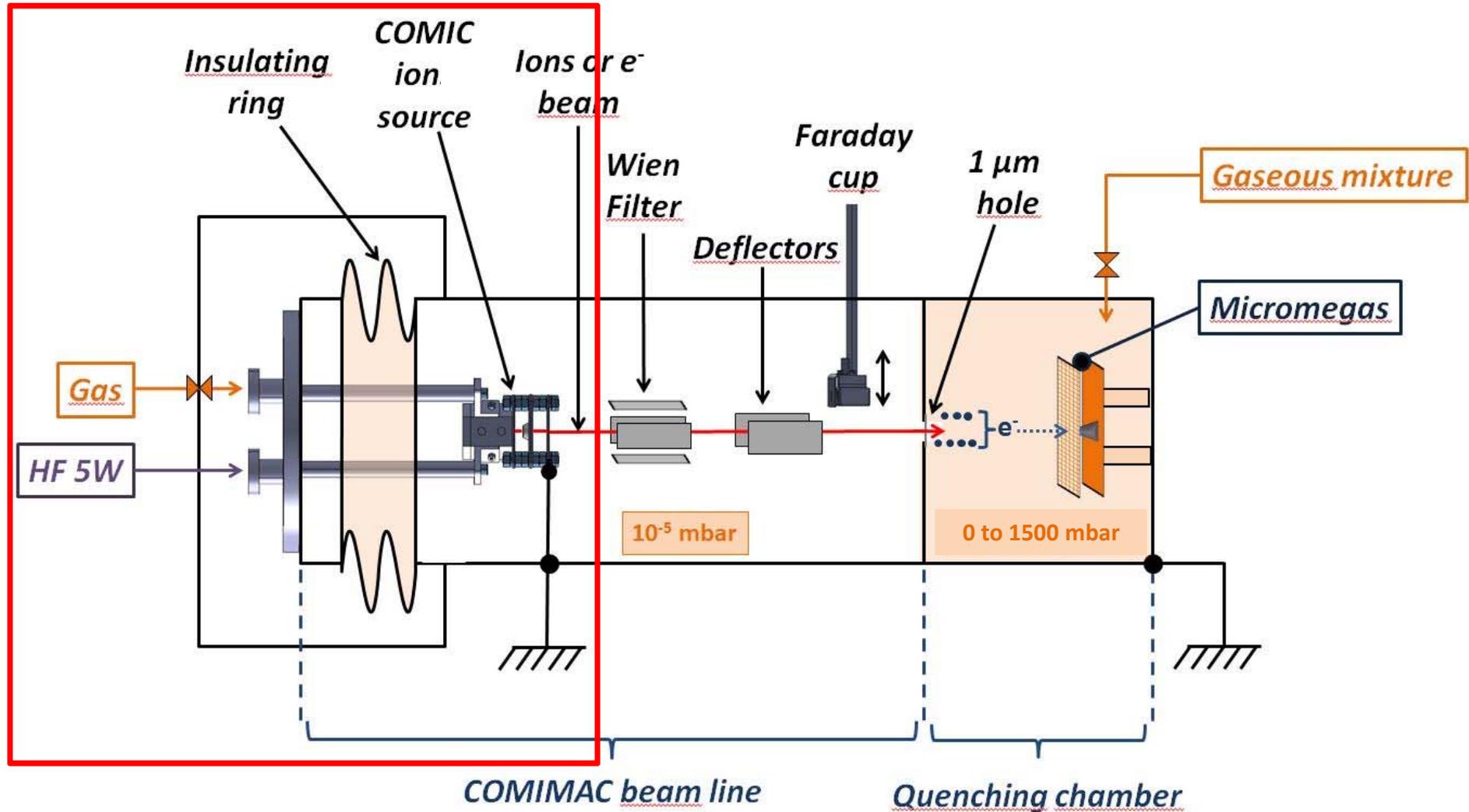


Contrôle du faisceau

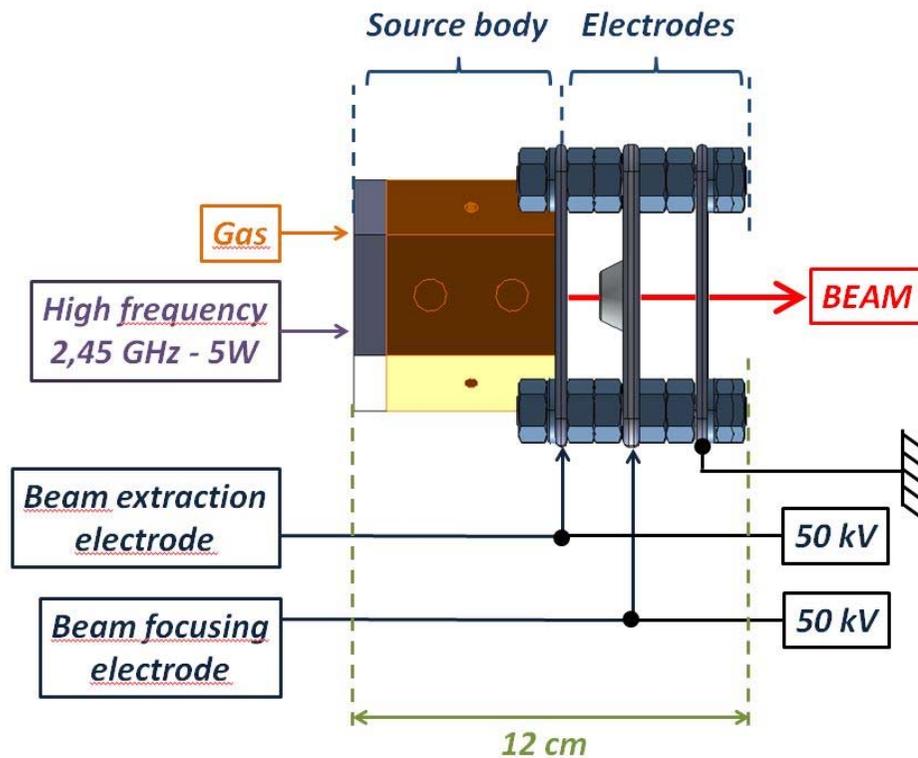




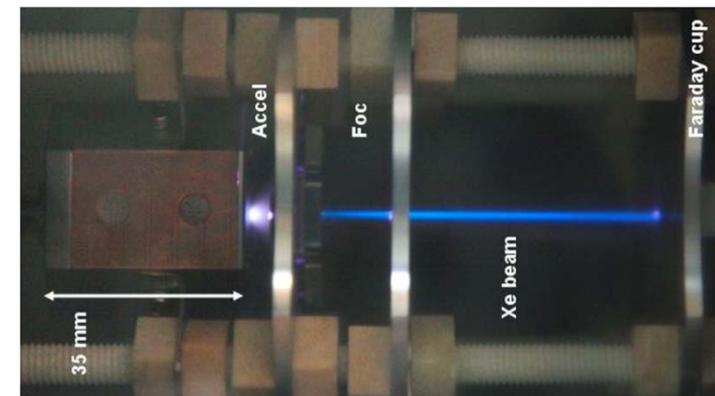
Source



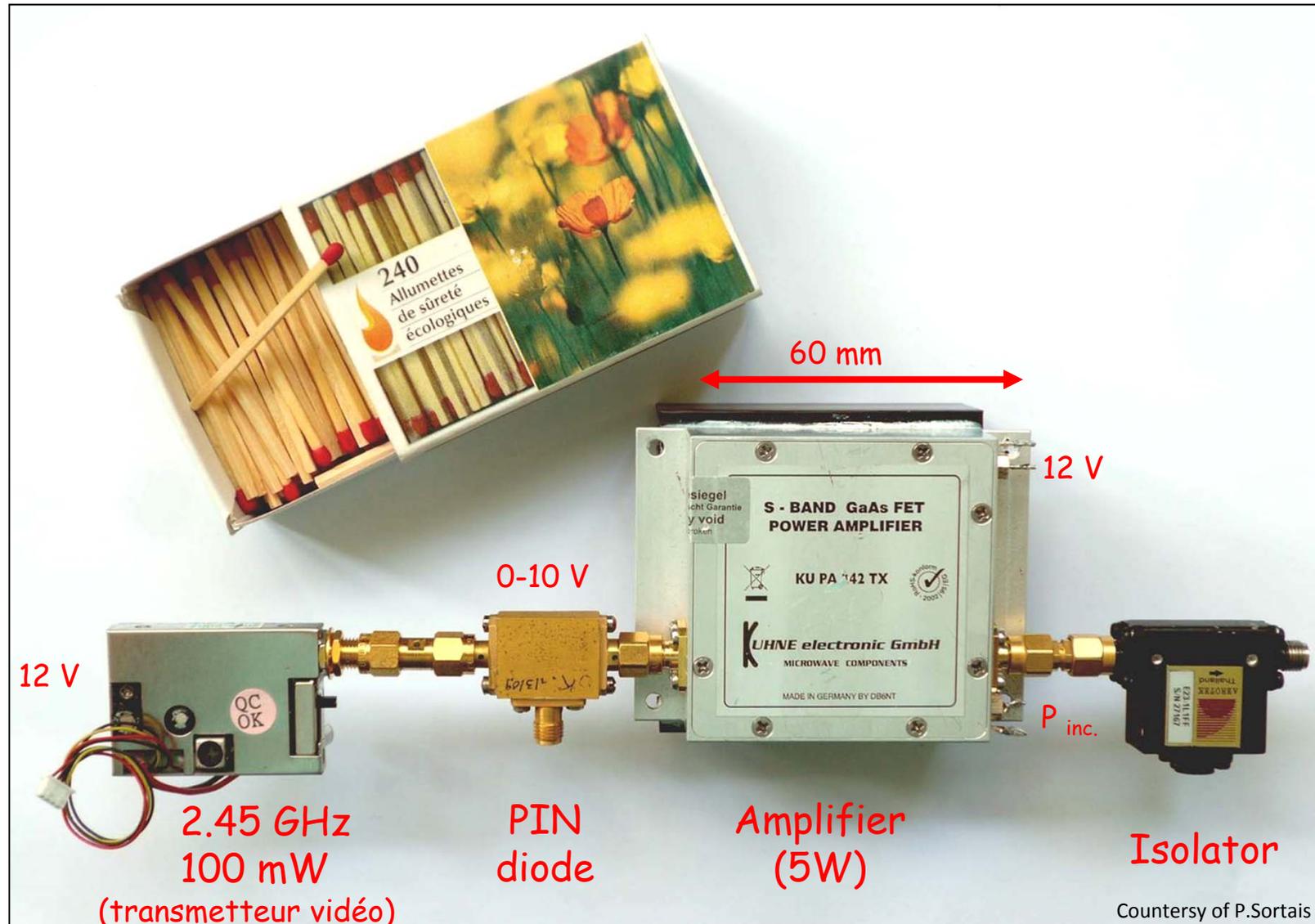
COMIC "**CO**mpact **Mi**crowave **CO**axial" est une source ECR (Electron Cyclotron Resonance) optimisée et miniaturisée développée par le Service Source d'Ion (SSI) du LPSC.
 (Patent: WO2010043831(A1)-2008)



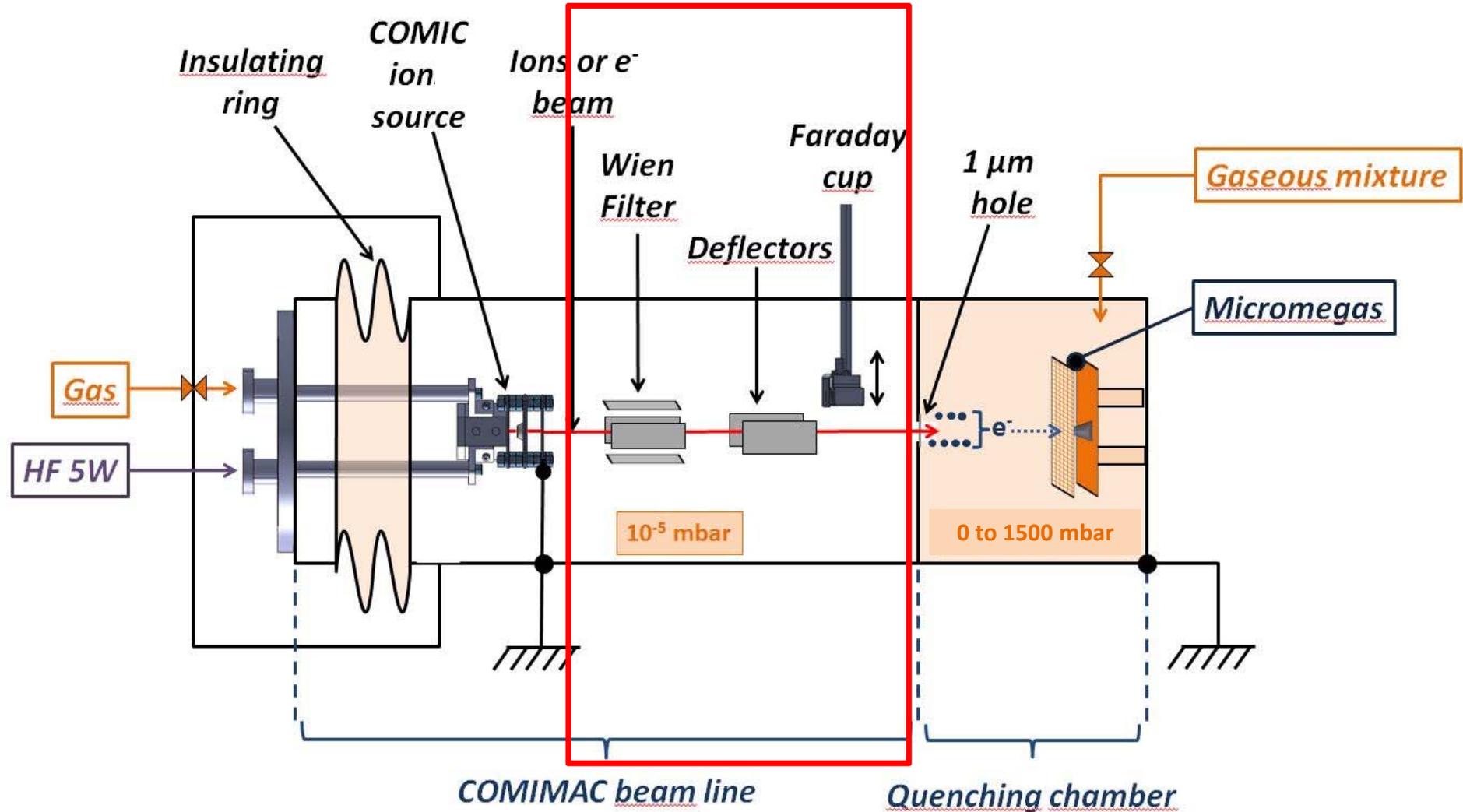
Energie cinétique = Tension d'extraction



Emetteur HF miniaturisé



Contrôle du faisceau



But:

- Faire une sélection en q/m des ions

Combinaison de:

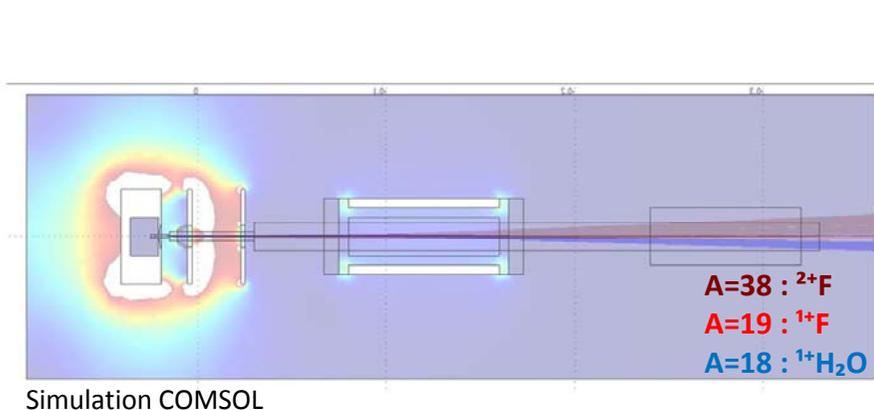
- Un champ magnétique vertical de 0.36 Tesla produit par 2 aimants permanents.

$$\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$$

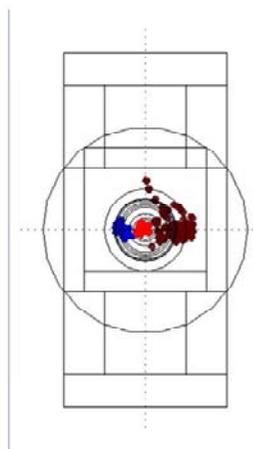
$$R = mV/qB$$

- Un champ électrique horizontal de 3.3 kV/cm

$$\vec{F} = q\vec{E}$$



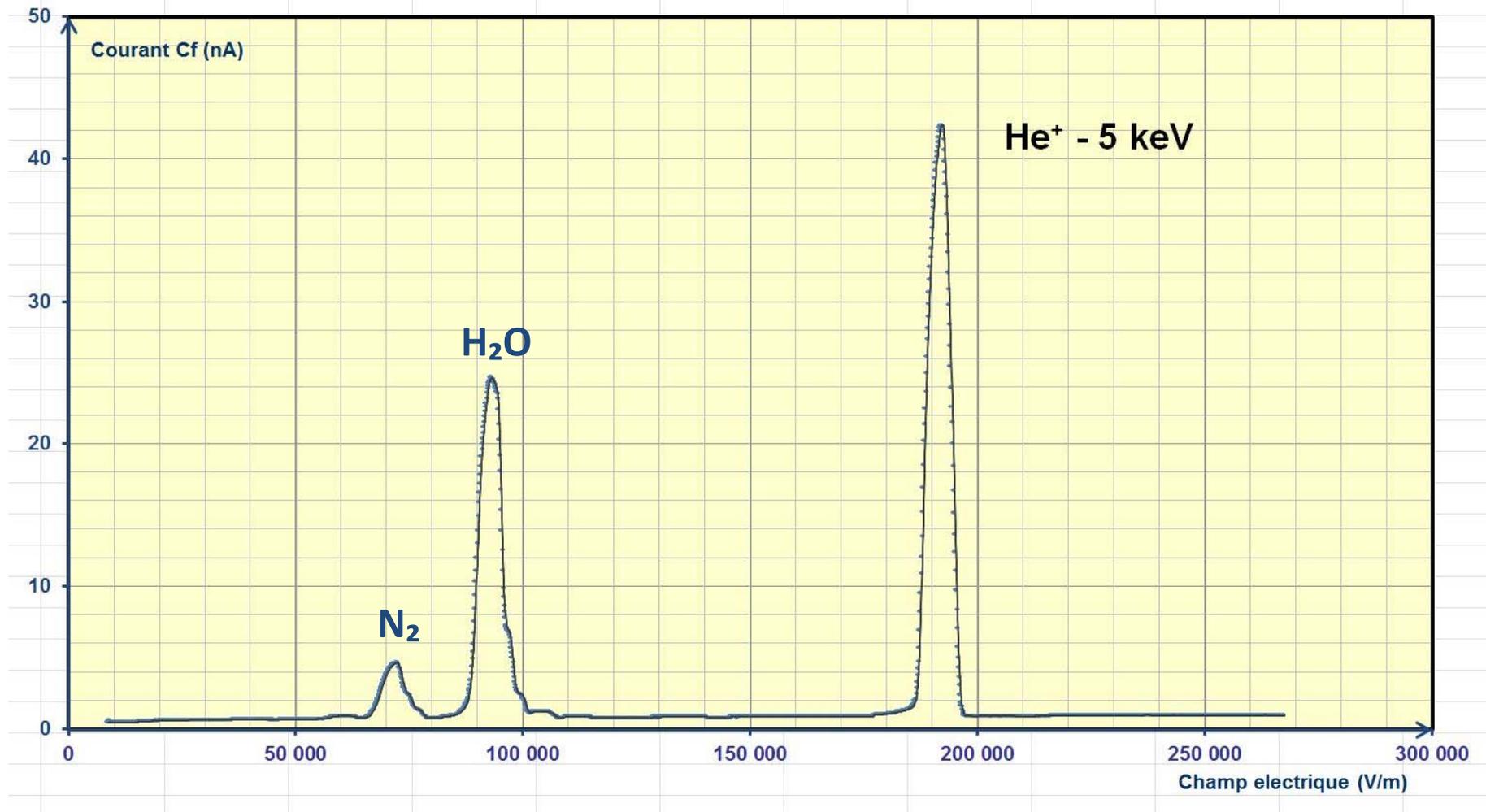
- d -



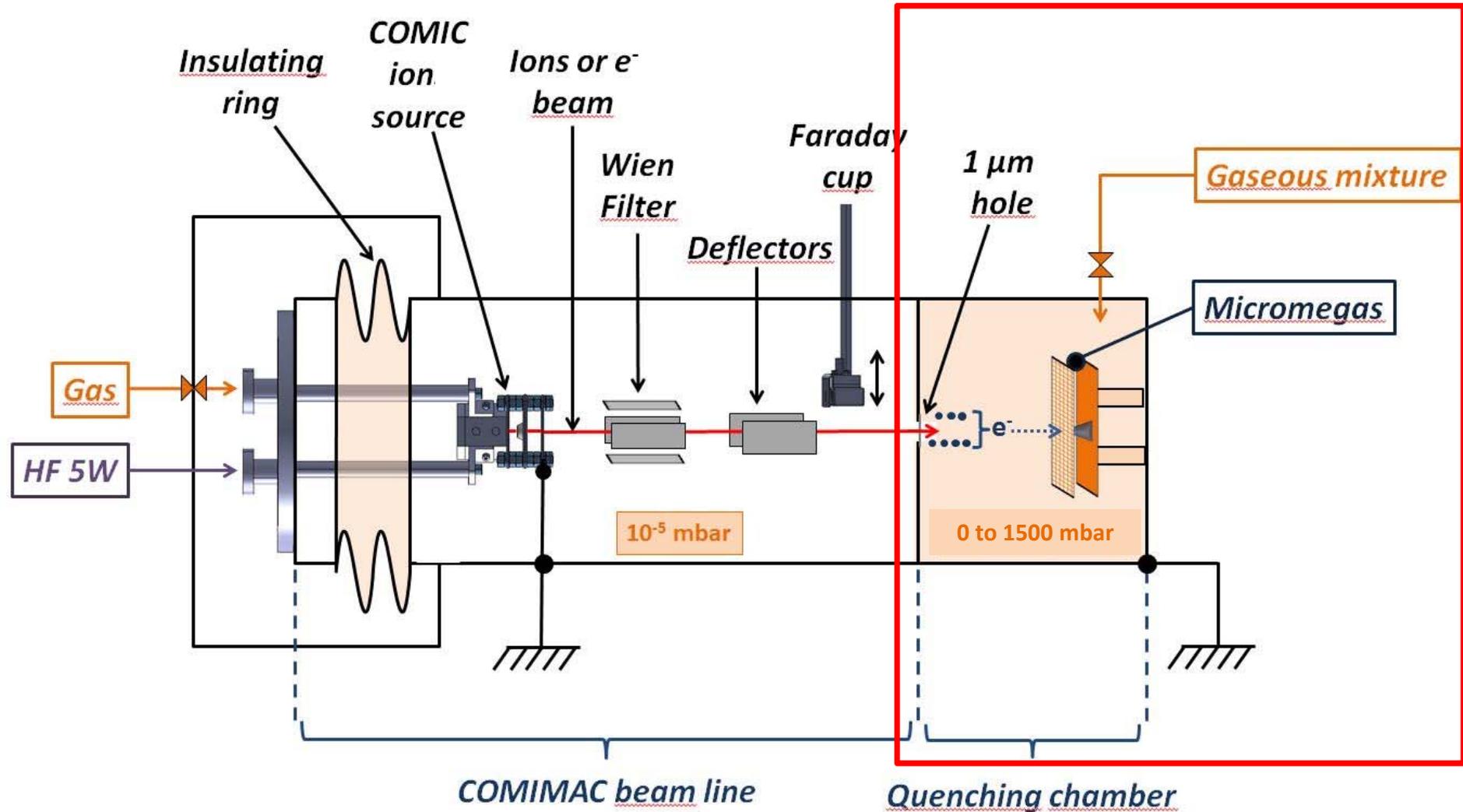
- 6 -



Spectre en courant du filtre de Wien sur la cage de faraday

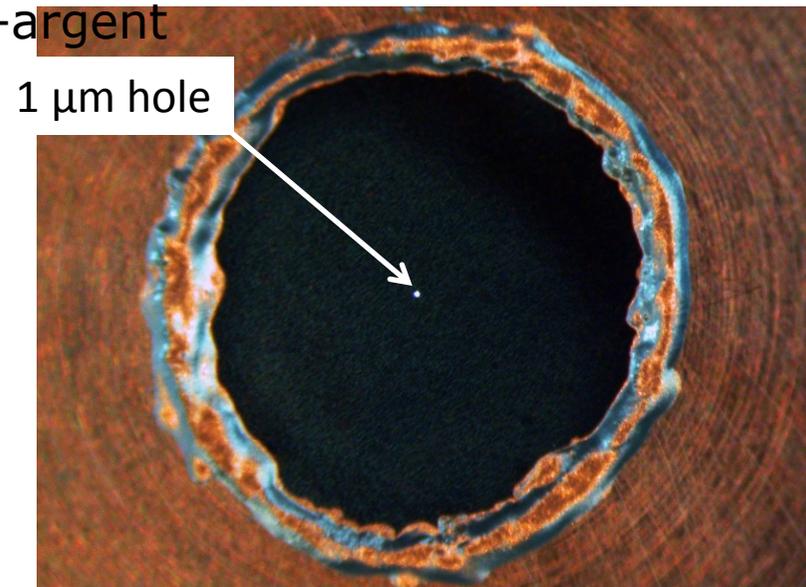


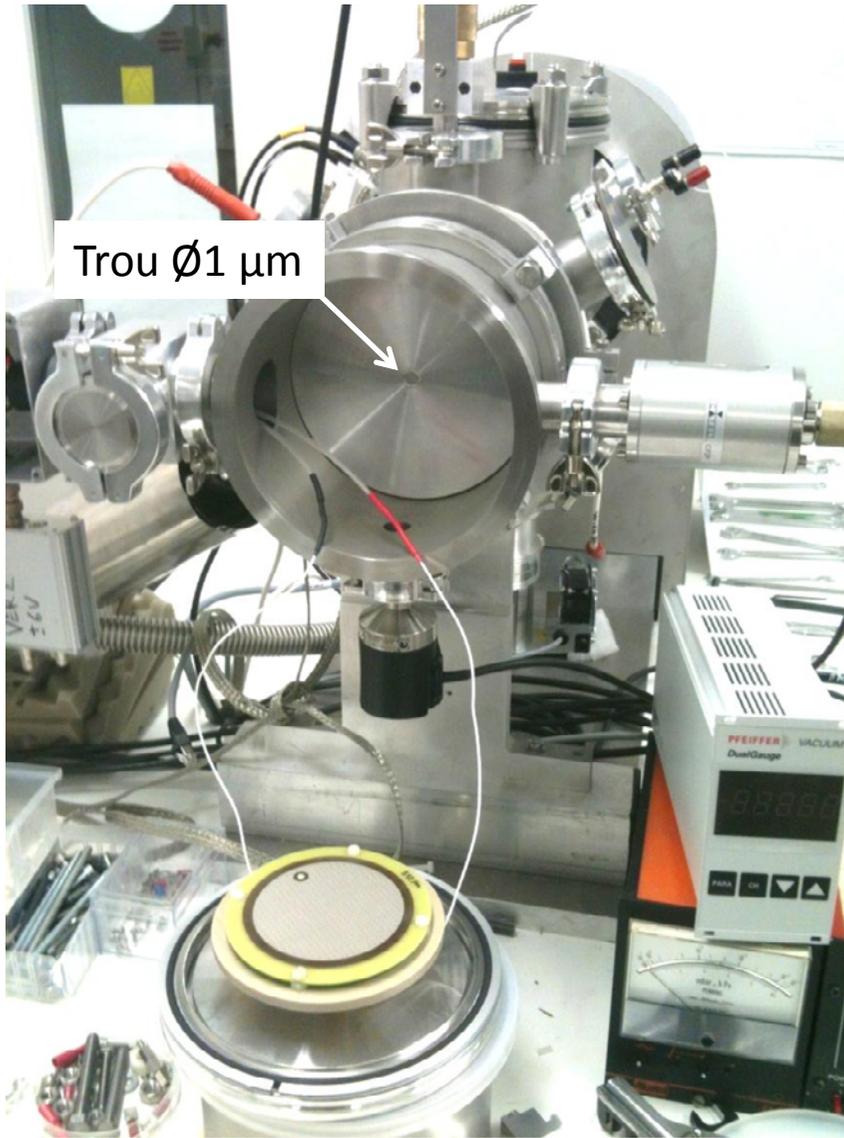
Chambre d'ionisation



But:

- Permettre un différentiel de pression entre la source (10^{-5} mbar) et la chambre d'ionisation (0-1500 mbar)
- Laisser entrer le faisceau d'ions ou d'électrons dans la chambre d'ionisation
- Disque inox de 13 μm d'épaisseur
- Trou de $\varnothing 1 \mu\text{m}$ réalisé par laser
- Collé avec une colle conductrice époxy-argent





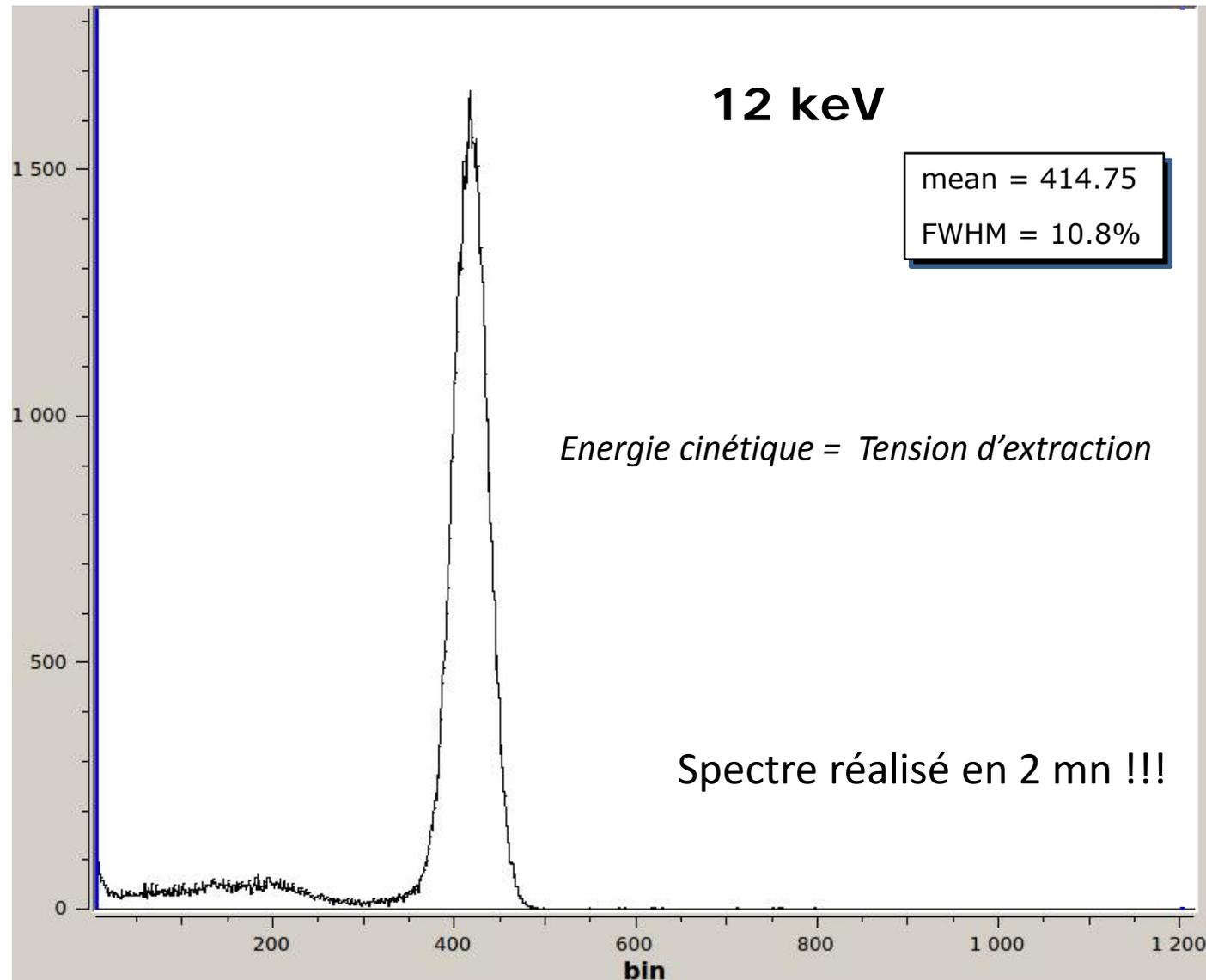
Setup:

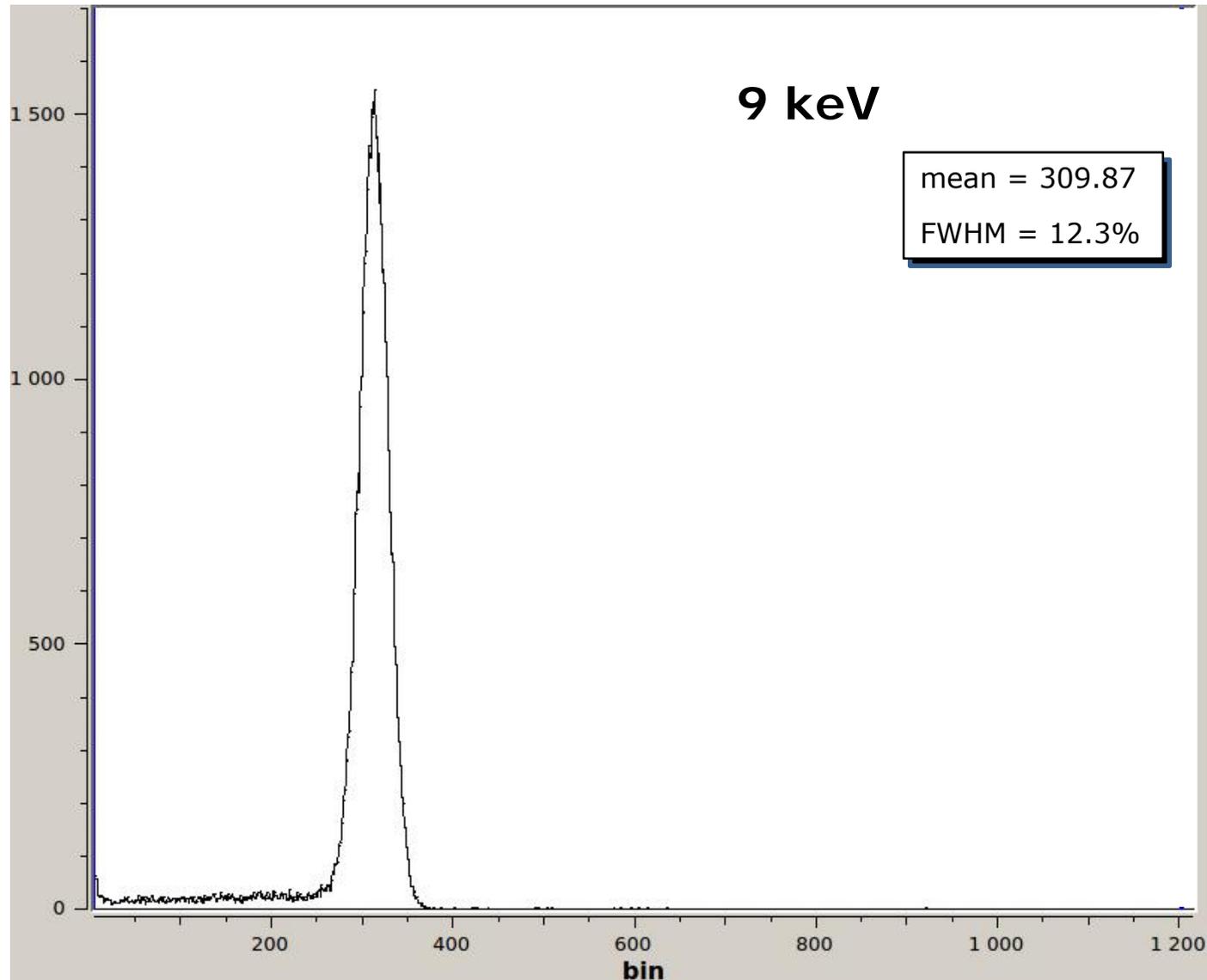
- Volume : 2 litres
- Micromégas 128, 256 or 512 μm
(\varnothing 60 mm, bulked @CERN)

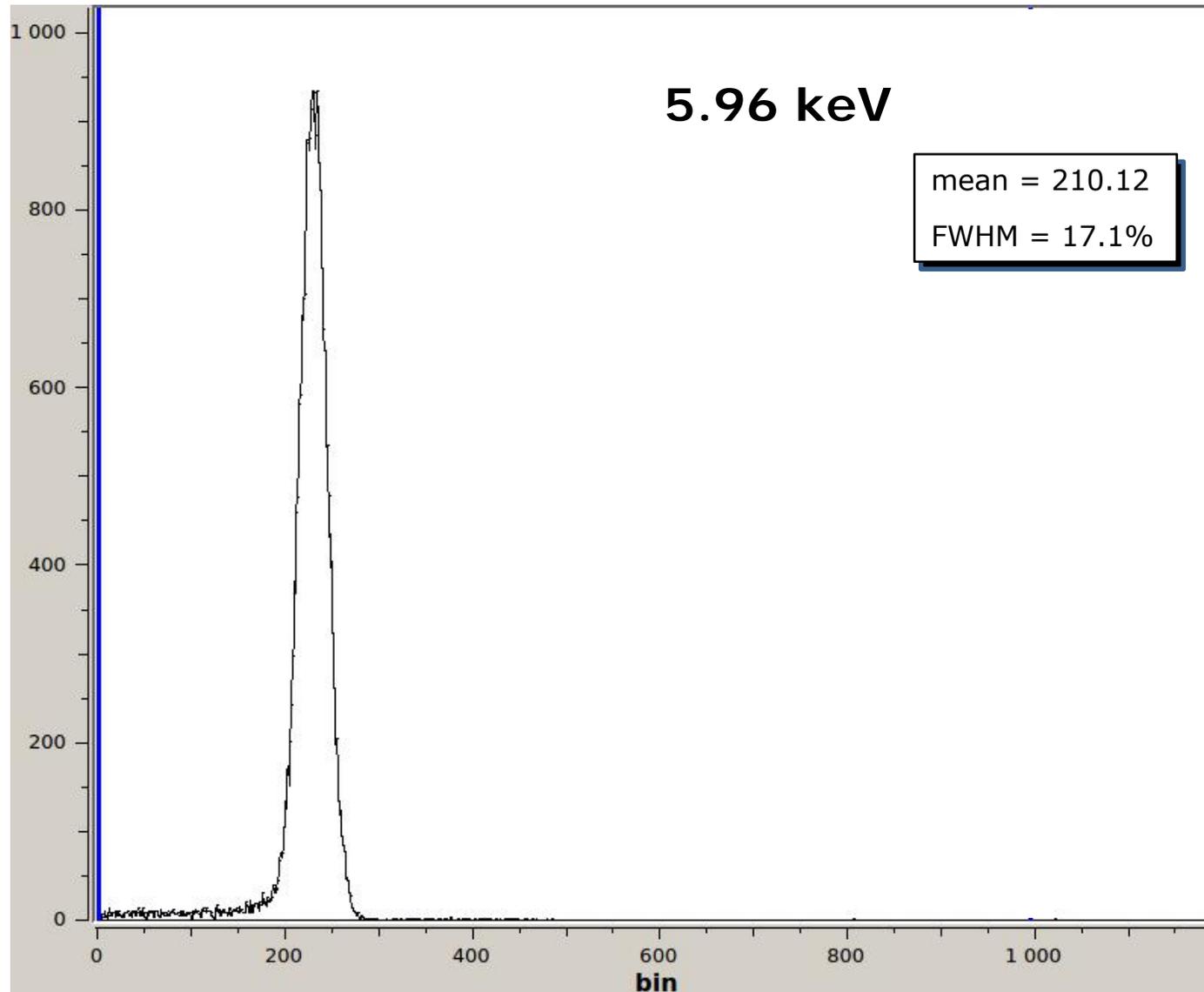


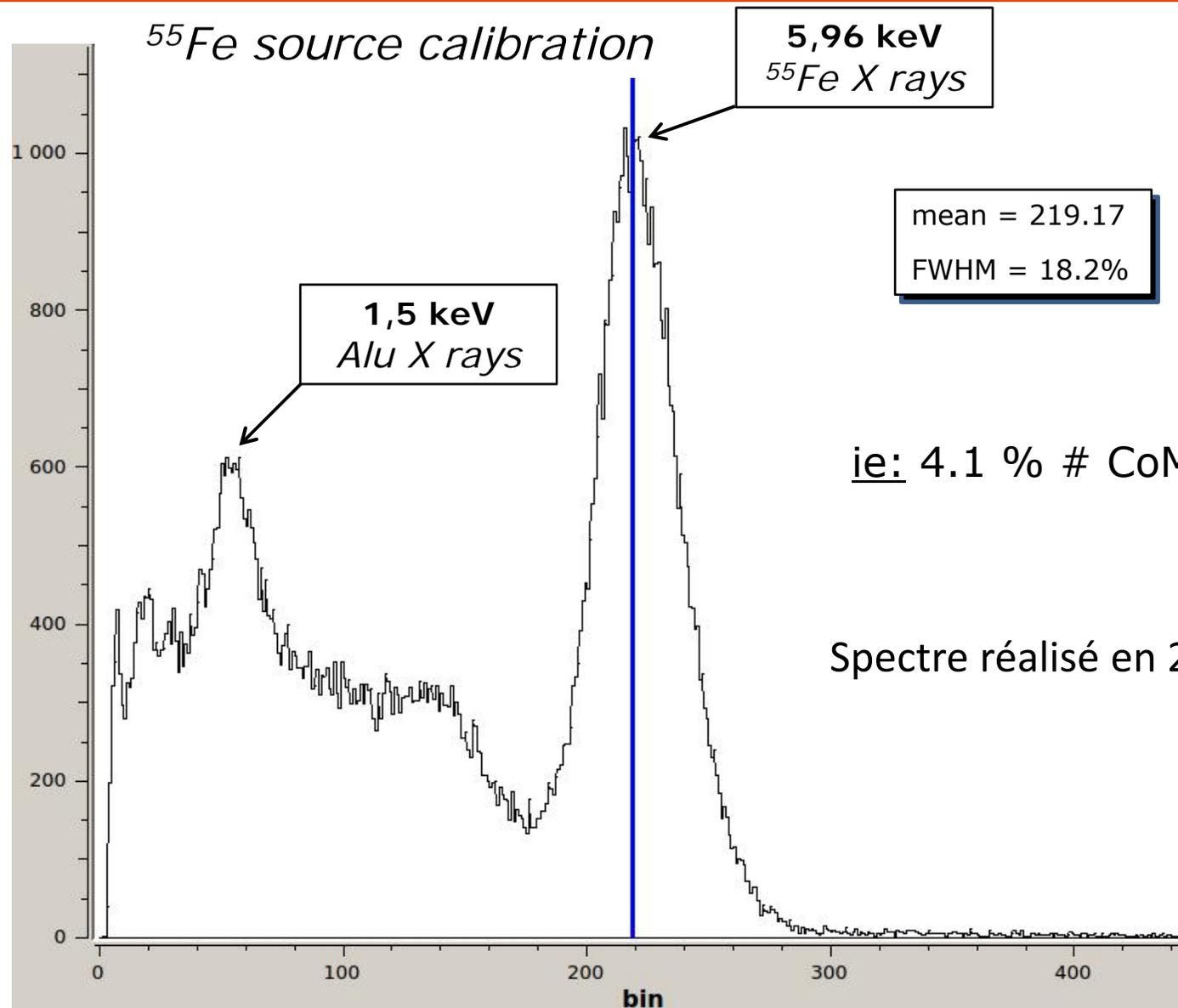
Set up :

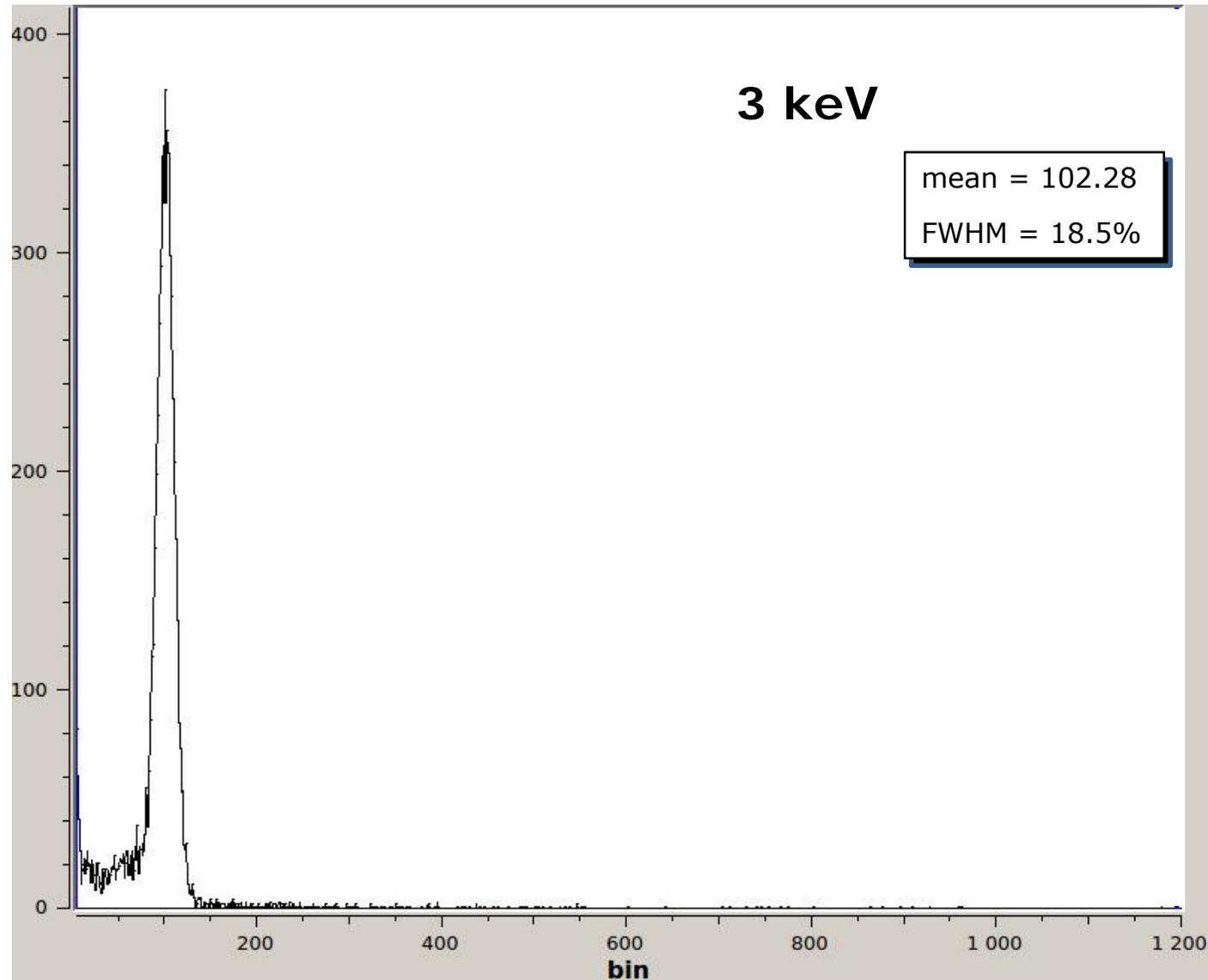
- Electrons extraits d'un plasma N2 ($I=20 \text{ nA}$)
- Gaz : He + 5% C₄H₁₀
- Pression : 700 mbar
- μ egas : 256 μm
- Distance de collection de charge: 60 mm
- Champ électrique de collection de charge: 108 V/cm
- Gain : 471 V (*Grille : 650 V, Anode : 1 121 V*)
- Energies : 1.5 – 3 – 5.96 – 9 – 12 keV

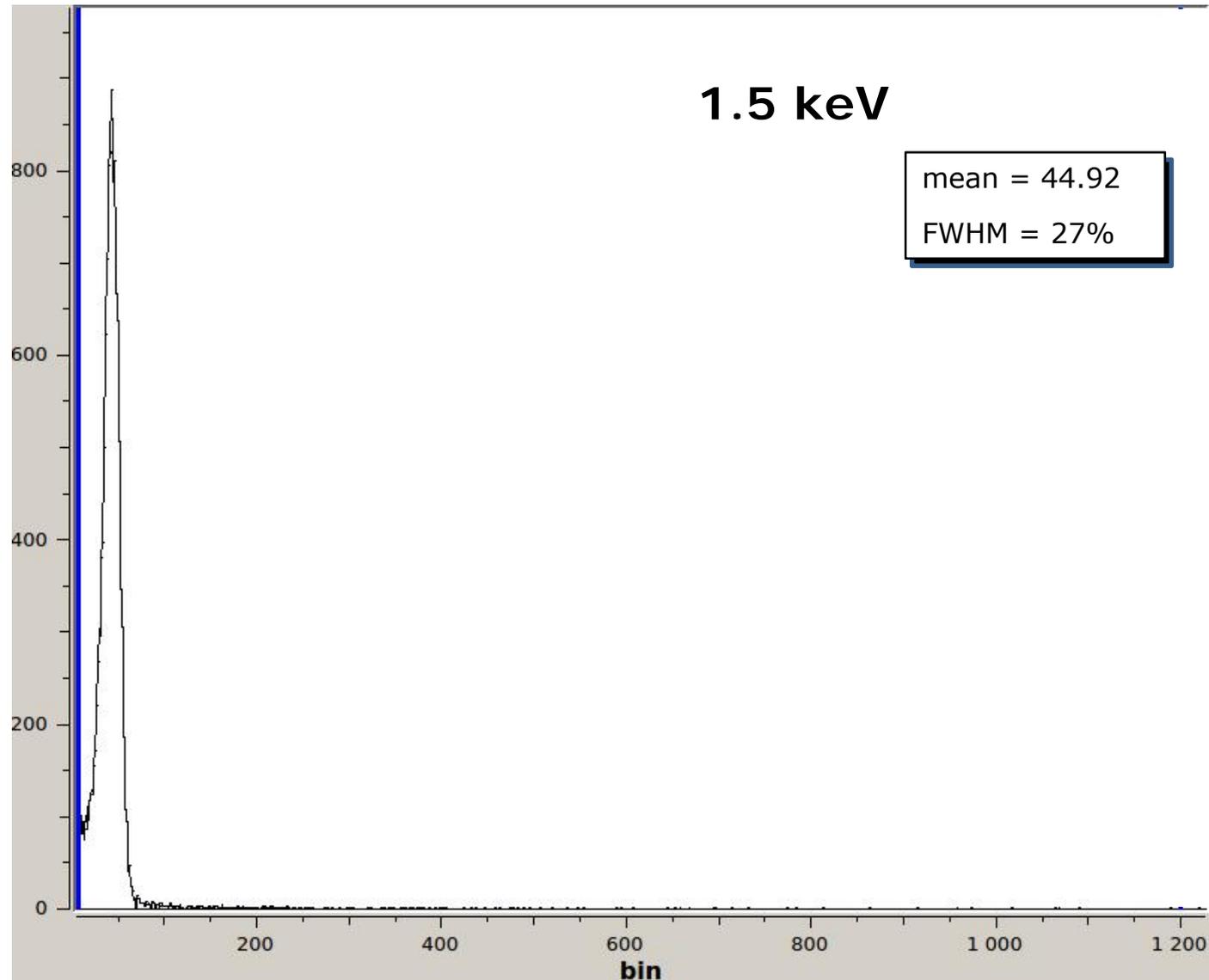




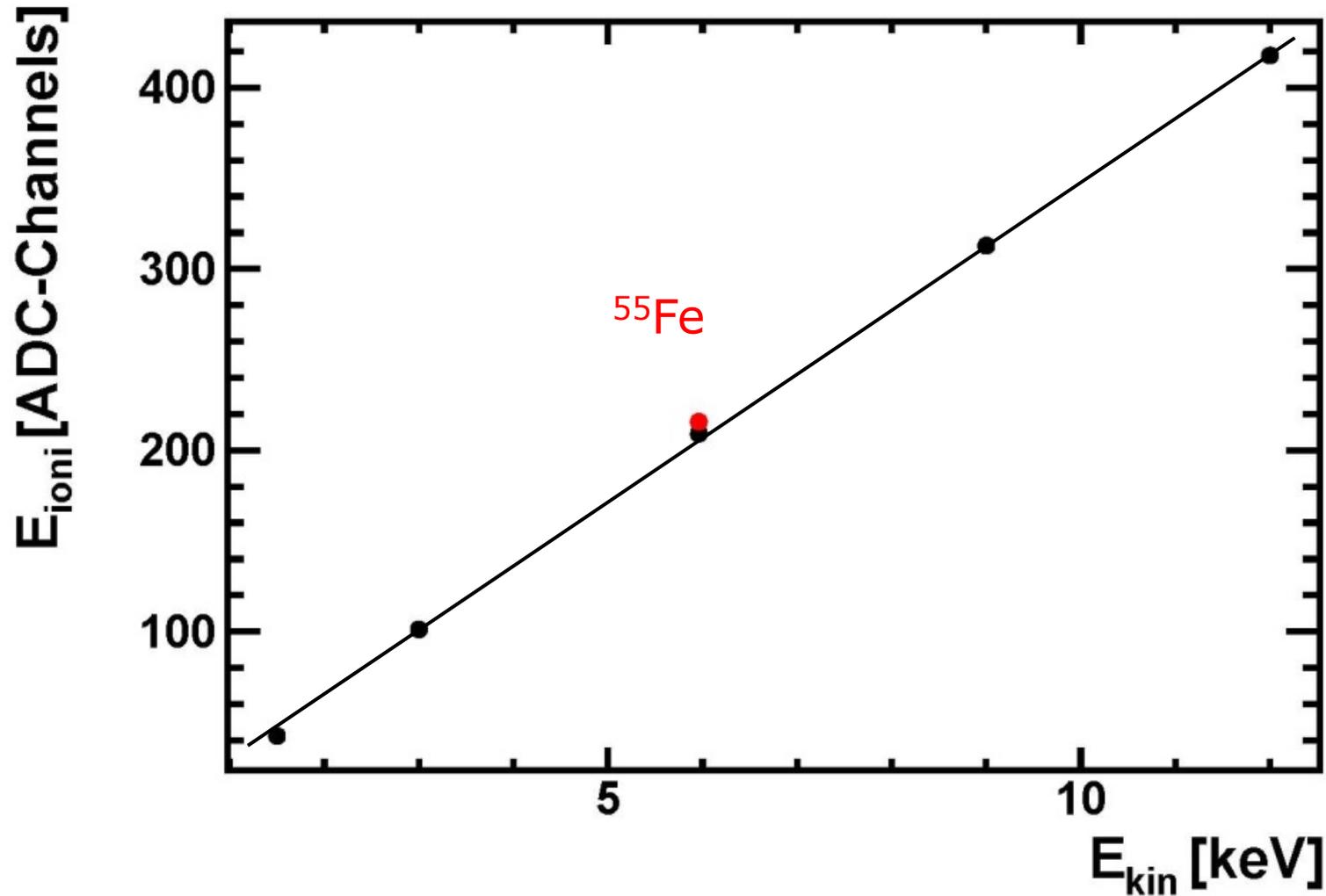


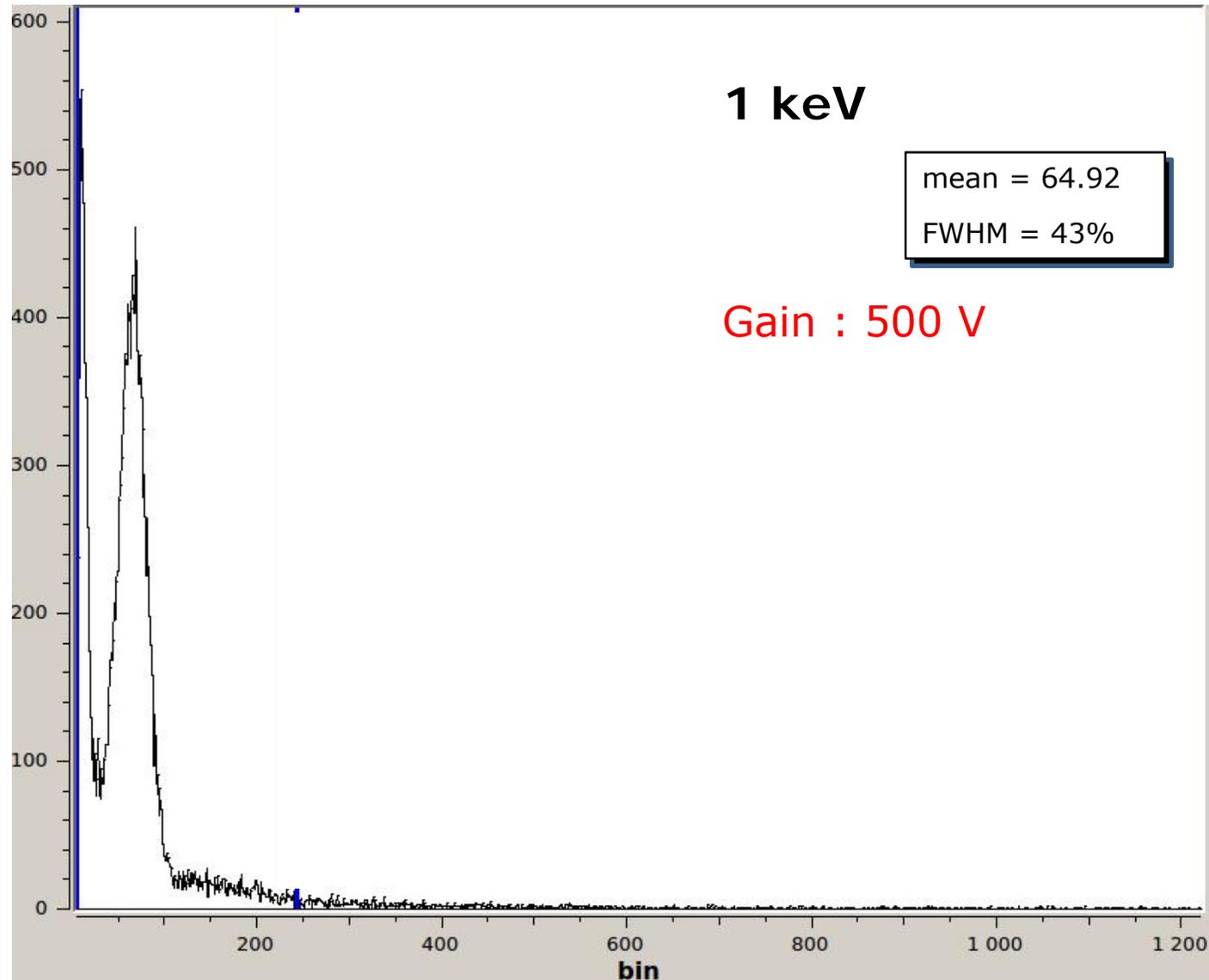






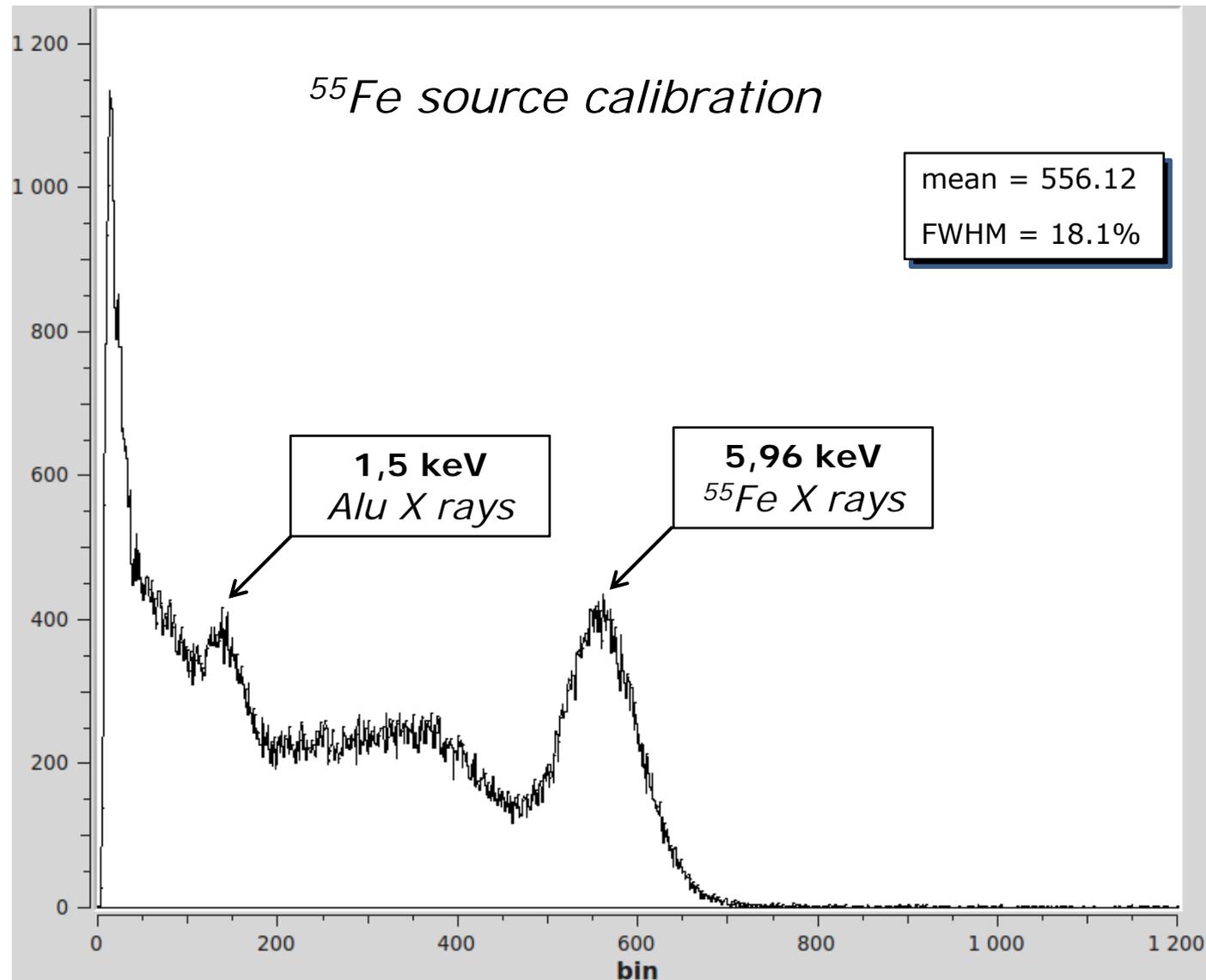
Linéarité de réponse en électrons

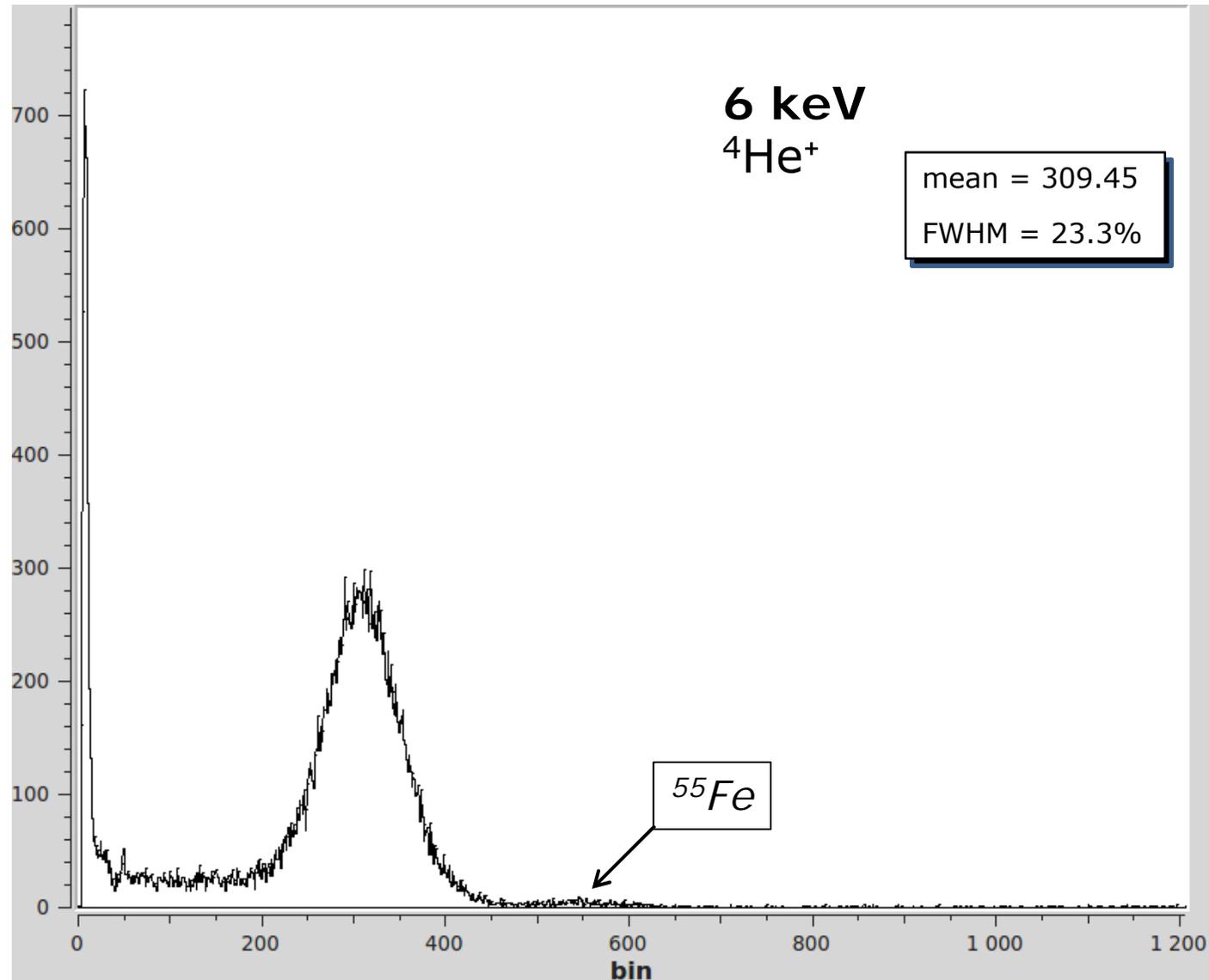


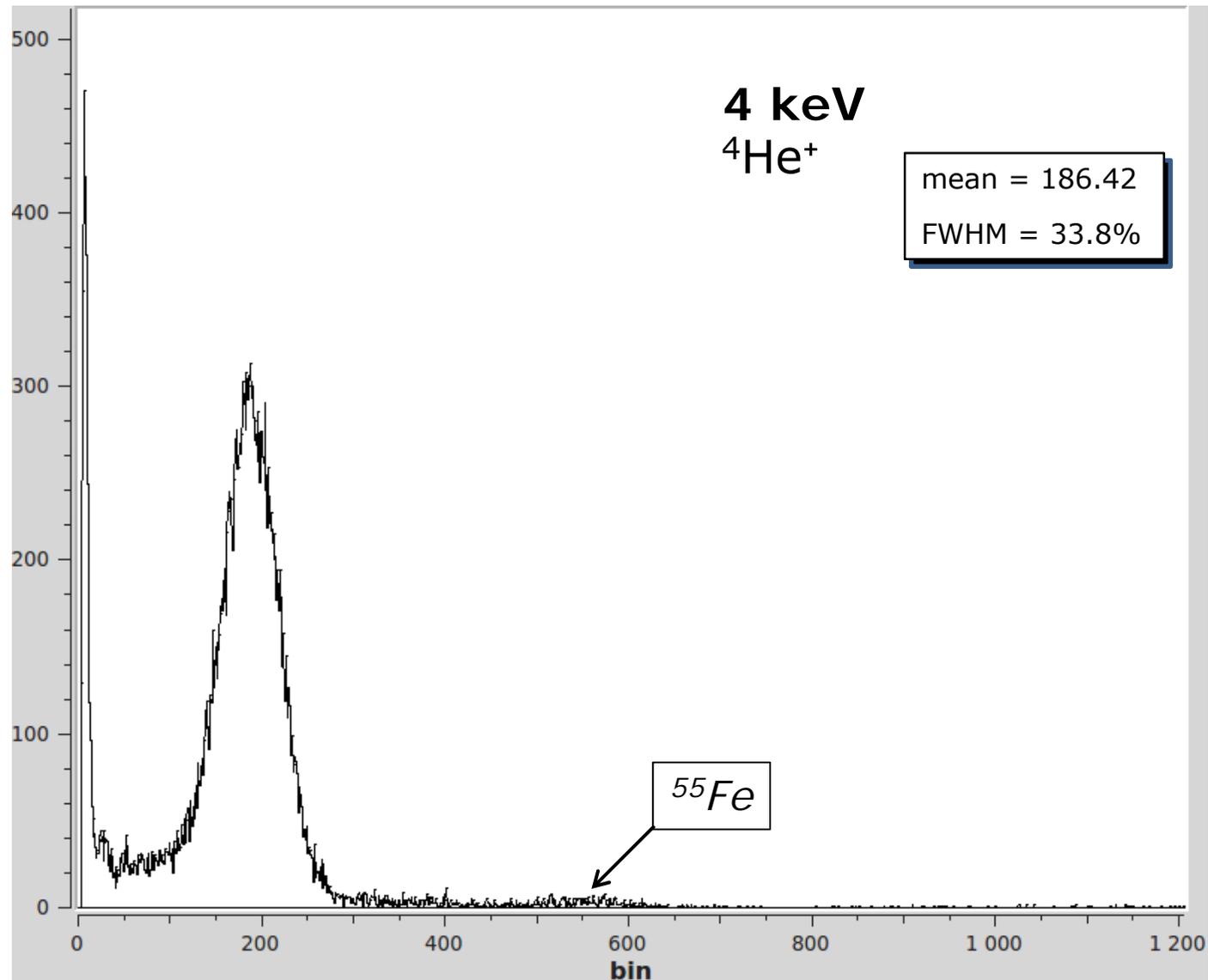


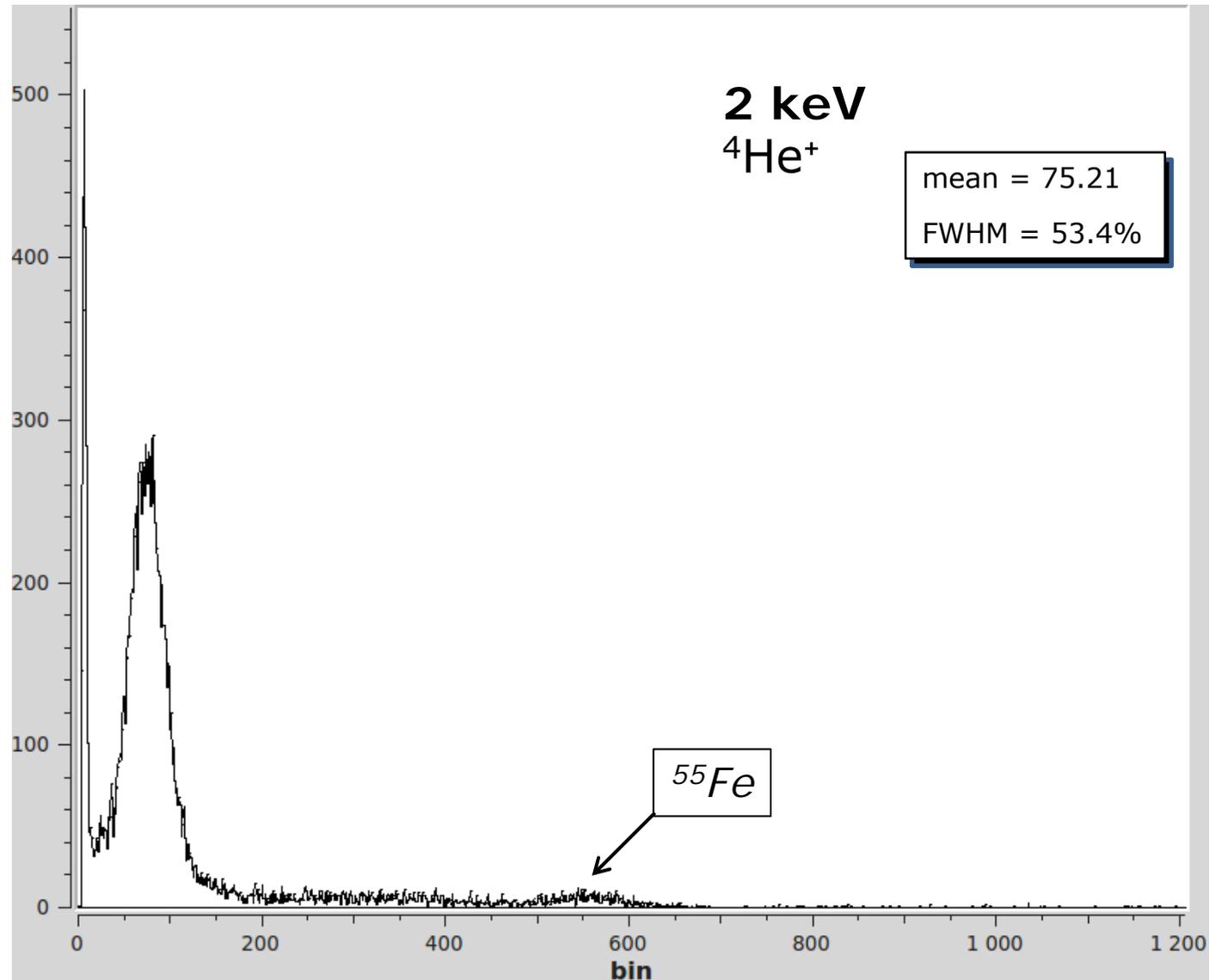
Set up :

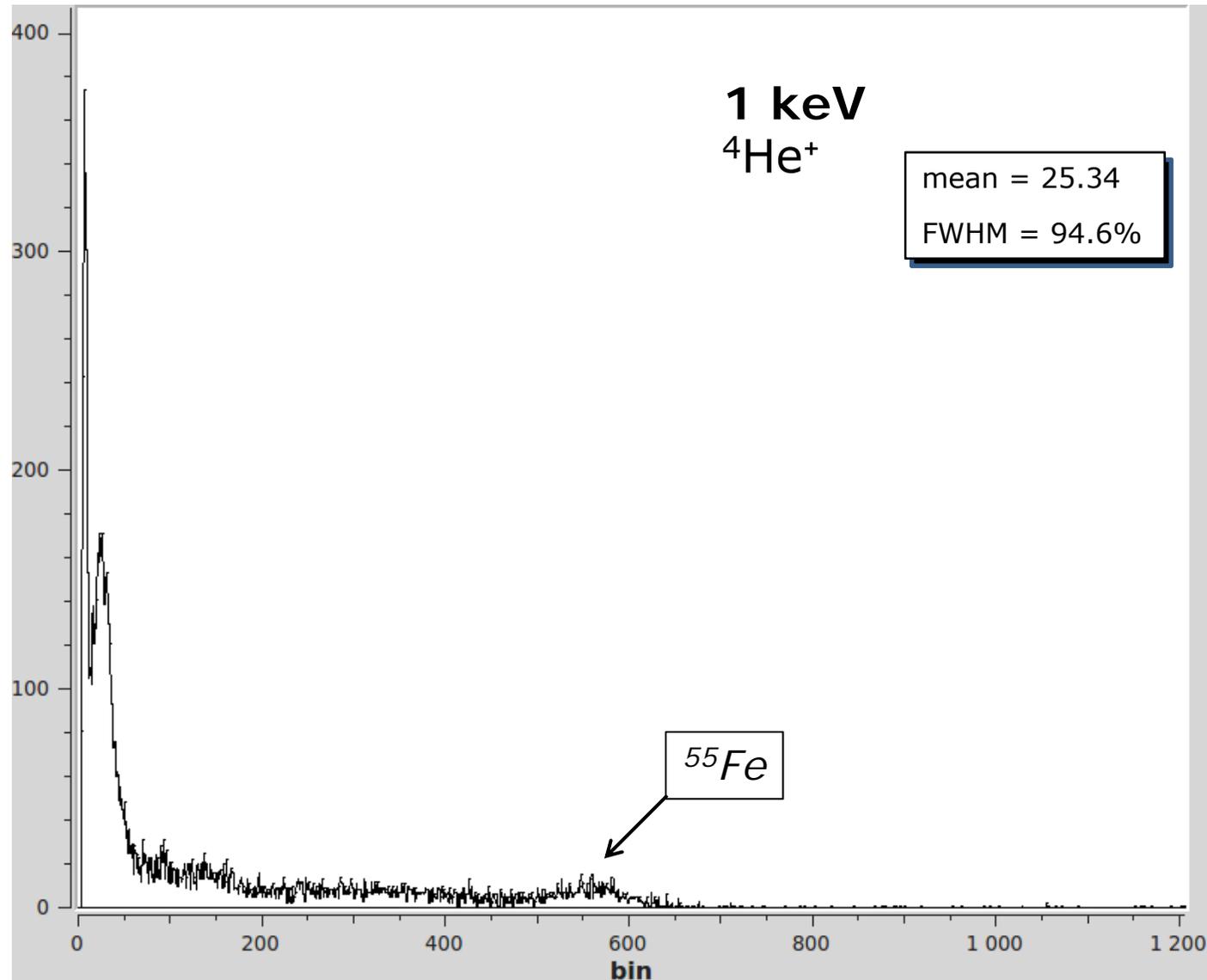
- Ions : ${}^4\text{He}^+$
- Gaz : He + 5% C_4H_{10}
- Pression : 350 mbar
- μegas : 256 μm
- Distance de collection de charge : 60 mm
- Champ électrique de collection de charge : 166 V/cm
- Gain : 460 V (*Grille : 1000 V, Anode : 1 460 V*)
- Energies : 1 – 2 – 4 – 6 – 8 – 10 – 12 – 15 keV

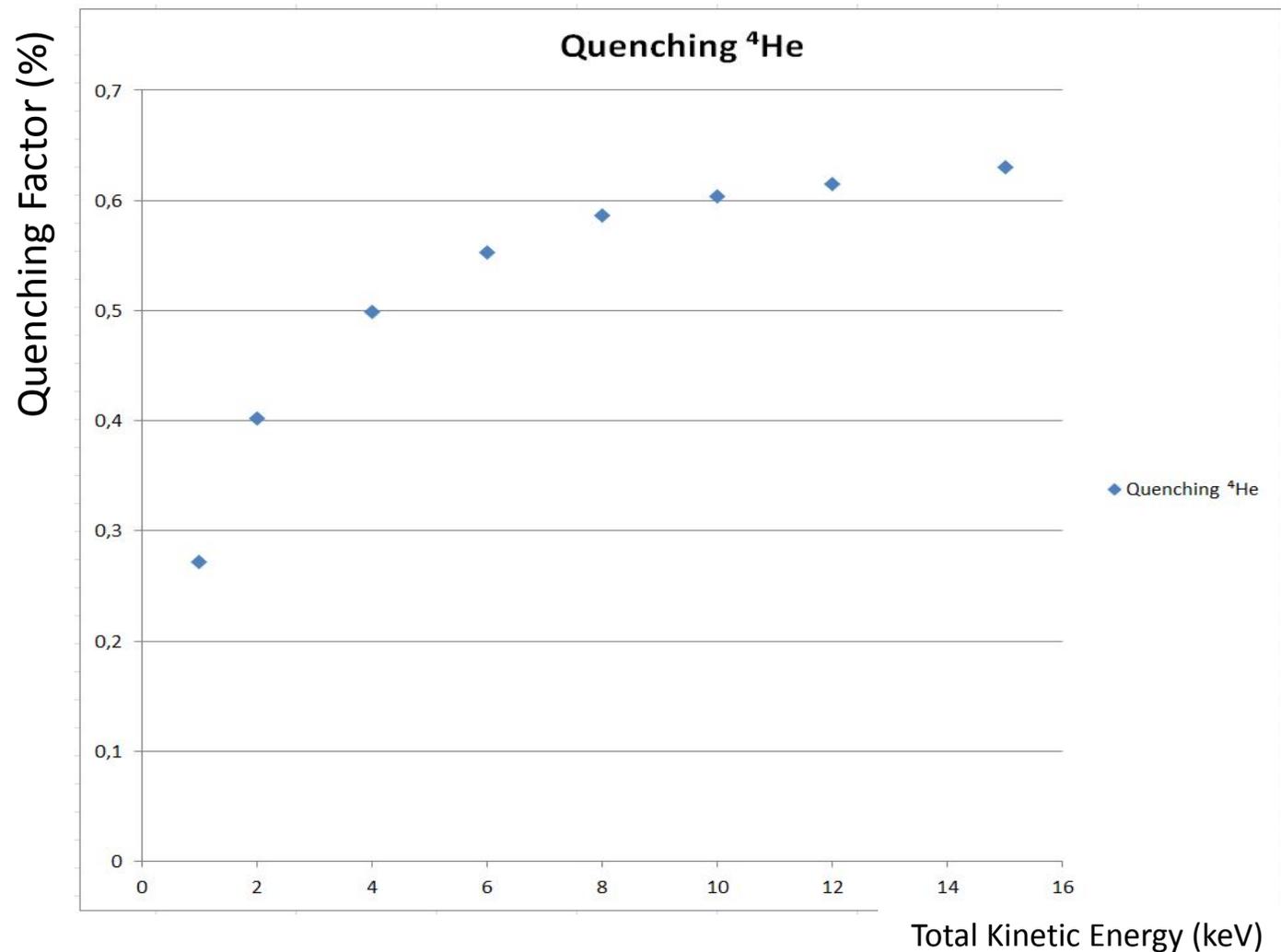




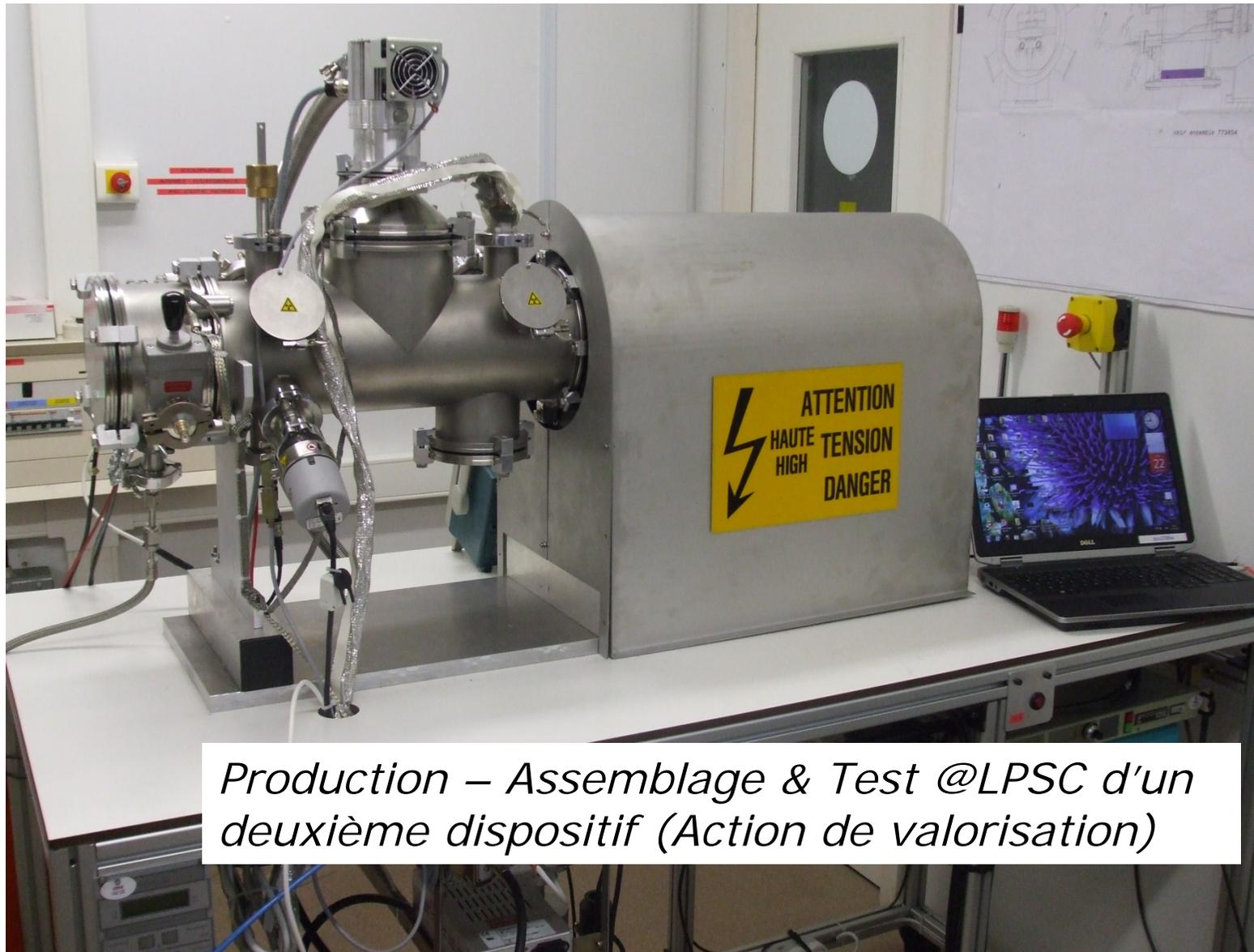








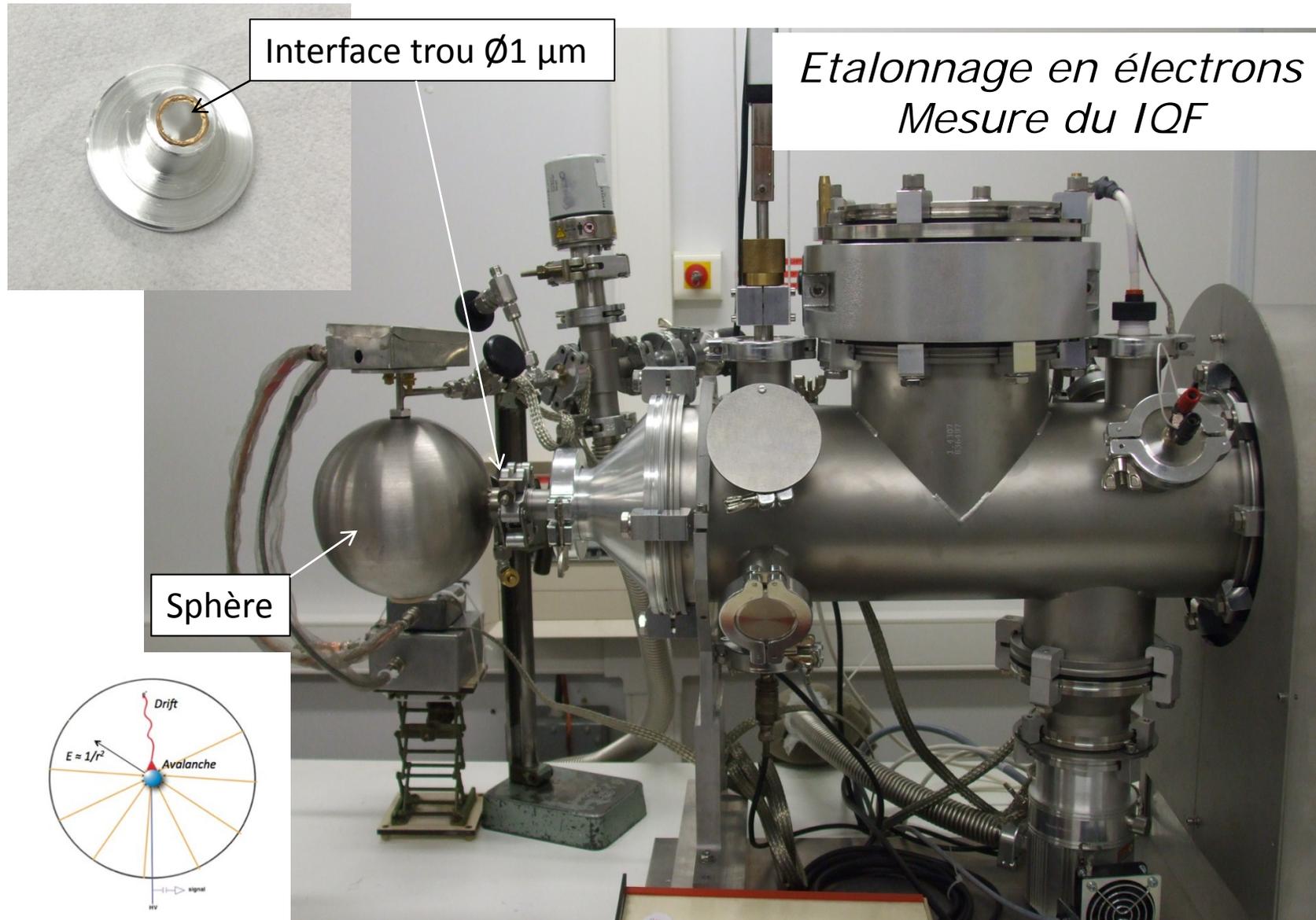
[arXiv:0810.1137](https://arxiv.org/abs/0810.1137) : Santos.D et al : Ionization Quenching Factor Measurement of Helium 4

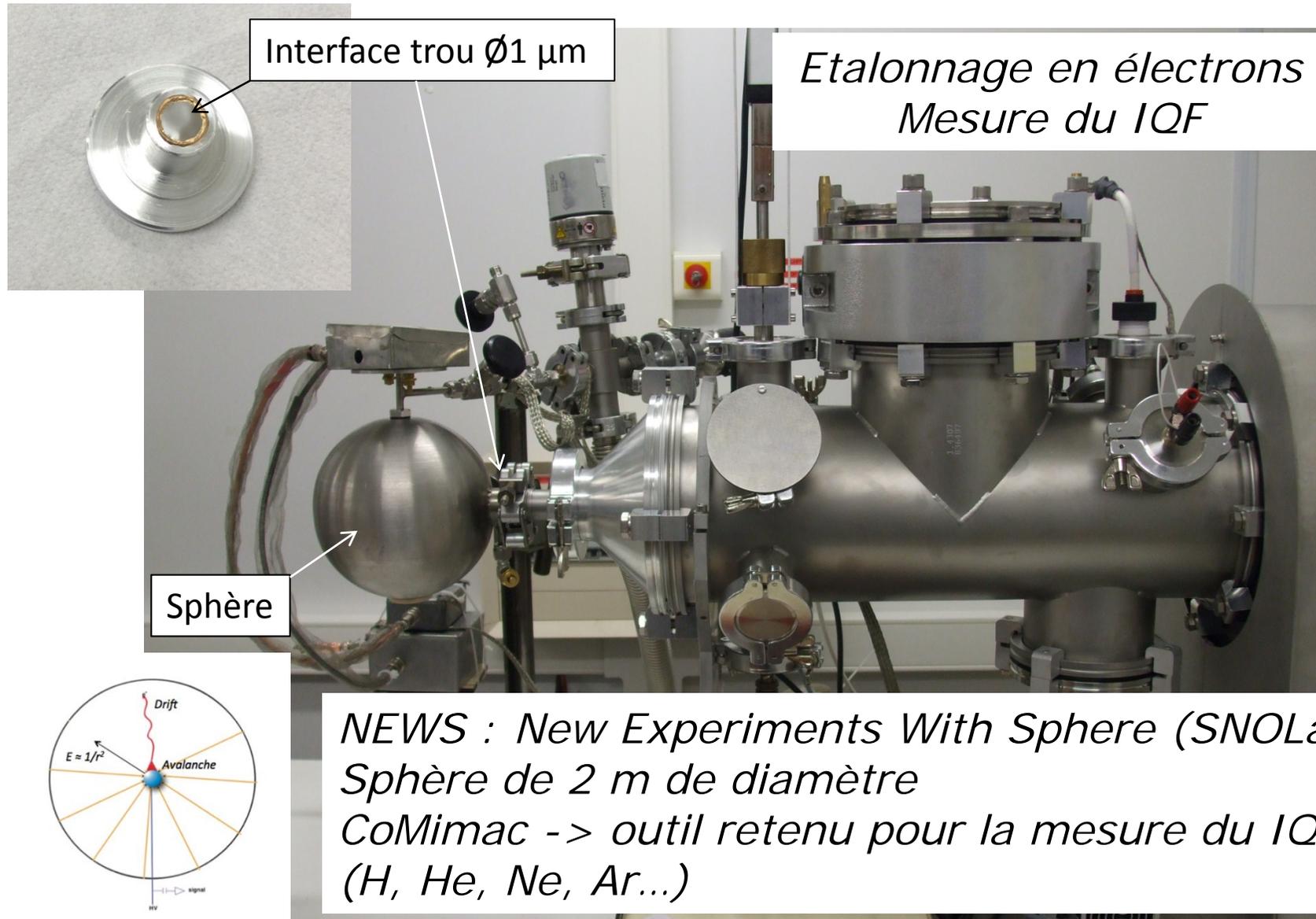


Production – Assemblage & Test @LPSC d'un deuxième dispositif (Action de valorisation)





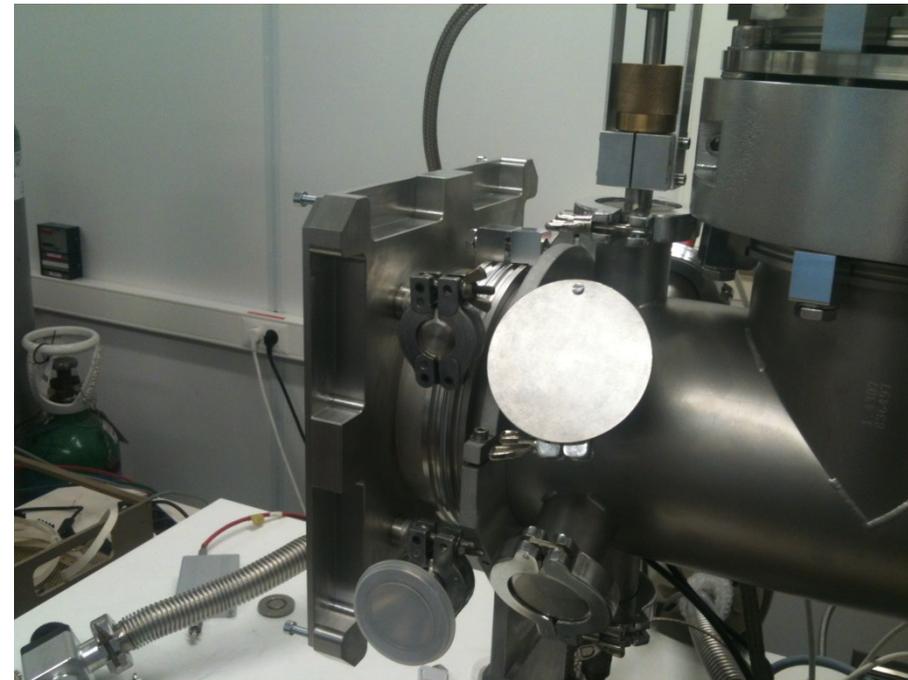




*Reconstruction de traces
Détermination du "head-tail"
Etude de la directionnalité des traces*



Micromegas 100 x 100 mm
256 μm
512 voies
Pixels 424 μm



Résumé :

- Production de faisceaux d'ions ou d'électrons
- Energie cinétique jusqu'à 50 keV en électrons et 100 keV en ions (ion^{2+})
- Gamme de pression: 0-1500 mbar
- Sélection en q/m des ions
- Etalonnage possible quelle que soit l'énergie ou la pression
- Possibilité de connexion avec tous types de détecteurs (gazeux ou autres)

Applications :

- Mesure du Facteur de Quenching en Ionisation (IQF)
- Dispositif de test de détecteurs gazeux ou autres ($1 \text{ kHz}/\mu\text{m}^2$)
- Moniteur de pureté de gaz (TPC,...)
- ...

Merci pour votre attention

Backup

RADIOPROTECTION

ETUDE DE POSTE

Expérience : COMIMAC

Date de la mesure: le 16 avril 2013.

Localisation: Hall B, Salle 6, Moucherotte – Mont Aiguille.

Expérience: COMIMAC. Version du prototype : **COMIMAC 1- 50 keV**

Responsable: Daniel SANTOS.

Opérateur: mesures effectuées avec D.SANTOS et J.F. MURAZ

Appareil de mesure utilisé: TARGET Fieldspec.

Agent ayant effectué la mesure: William REGAIRAZ, PCR.

Qualification du faisceau: Protons

Réglages:

- 1/ Tension d'accélération 40 kV, courant faisceau : 12 nA.
- 2/ Tension d'accélération 50 kV, courant faisceau : 30 nA

Résultats des mesures: (Voir Annexe1)

Bruit de fond : 100 nSv/h

Dans les 2 cas :

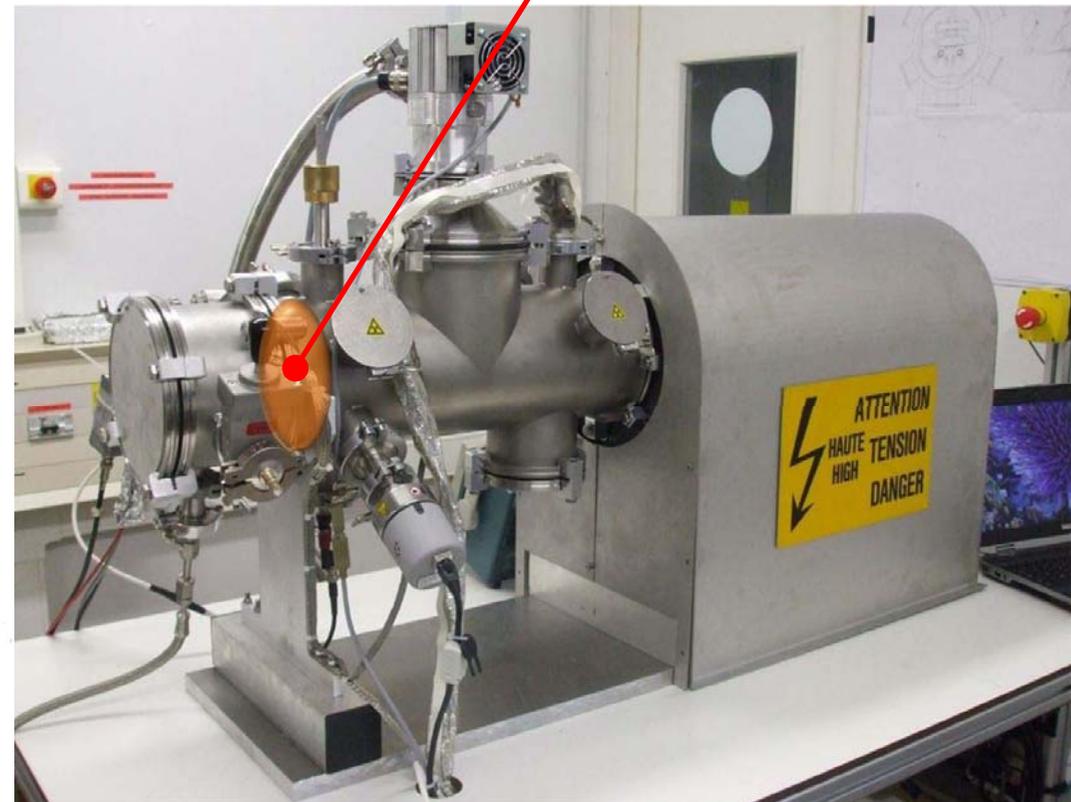
Bruit de fond au contact de tout point hors **cage de Faraday**

Contre la Cage de Faraday (rep 1 annexe 1): 0.3 μ Sv/h

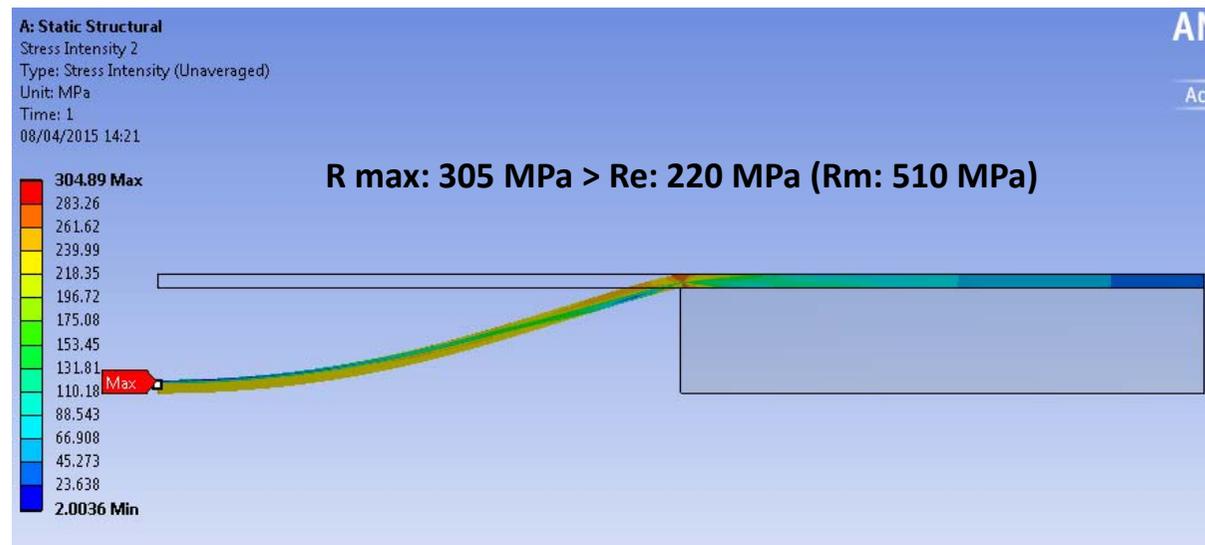
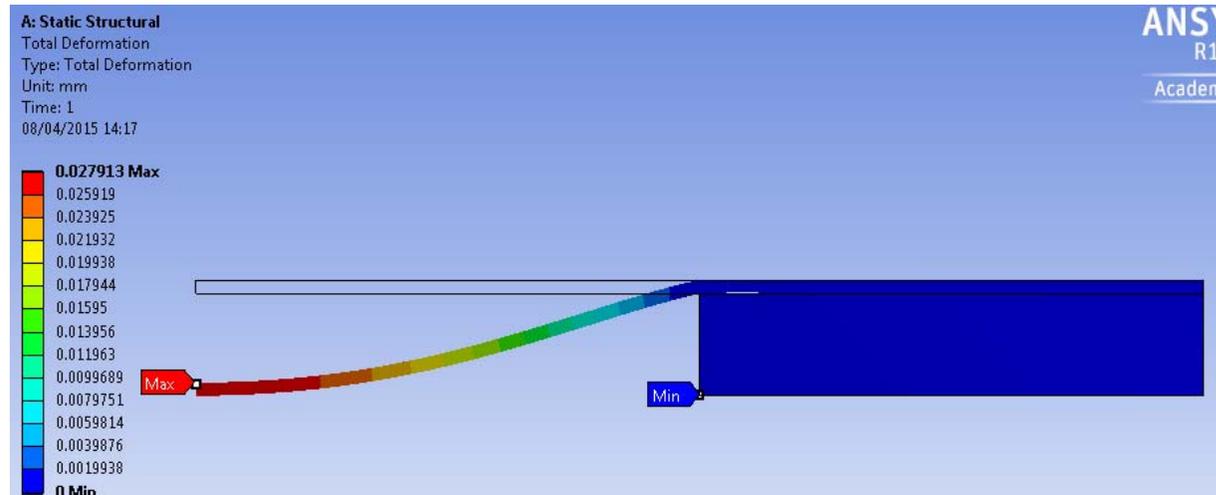
W. REGAIRAZ
Service Sécurité Radioprotection



Protons : 50 keV , 30 nA
0,3 μ Sv/h max



Stainless steel
 13 μm thickness
 Aperture: 1 mm
 Pressure 10 bar
 Friction coef: 0.3



IE-Gun product

“Plug and Play”
Electron or Ion source 0-20 kV

High quality ion and electrons beams for surface physics
High power welding electron beam
Ion beam cleaning
Ion beam deposition
Ion and electron beam for accelerator
Ion beam figuring

